Substanzverluste durch chirurgische Drainagen

von

Peter Hildebrandt

aus Prag

1964

1964 № 111

Aus der Chirurgischen Klinik
der Universität Erlangen - Nürnberg

Direktor: Professor Dr. med. G. Hegemann

Substanzverluste durch chirurgische Drainagen

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich - Alexander - Universität
zu
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Peter Hildebrandt
aus Prag

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen
Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Professor Dr. med. W.-D. Keidel
Referent: Priv. Doz. Dr. med. H. Bünte
Korreferent: Professor Dr. med. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 27.11.1964

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einleitung	5
A. Material und Methodik	
I. Übersichtsarbeiten und Monographien	7
II. Eigene Untersuchungen	7
III. Durchgeführte Untersuchungen	8
IV. Auswertung	9
B. Ergebnisse	
I. Volumen der Körperflüssigkeiten	10
II. Täglicher Wasserwechsel	20
III. Ionengehalt der Körperflüssigkeiten	27
IV. Proteingehalt der Körperflüssigkeiten	34
V. Wasserstoffionenkonzentration der Körperflüssigkeiten	35
VI. Osmotische Verhältnisse der Körperflüssigkeiten	36
VII. Verlust bei Eiterungen	38
VIII. Blutverlust bei Thoraxoperationen	39
C. Eigene Untersuchungen	
I. Drainagen nach Laparatomien	40
II. Drainagen des Magen- Darmkanales	43
III. Thoraxdrainagen ohne Lungenoperation	47
IV. Thoraxdrainagen nach Lungenoperation	50
D. Besprechung der Ergebnisse	53
Zusammenfassung	62
Literaturverzeichnis	63

Es sei mir gestattet, dem Direktor der Chirurgischen Klinik der Universität Erlangen - Nürnberg, Herrn Professor Dr. med. G. Hegemann, für die Überlassung des Themas, die Arbeitsmöglichkeiten an seinem Hause und die Übernahme des Korreferates ergebenst zu danken.

Mein ganz besonderer Dank gebührt Herrn Privat - Dozent Dr. med. H. Bünte, Chirurgische Klinik der Universität Erlangen - Nürnberg, für seine wertvolle Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit sowie die Erstattung des Referates.

Den Assistenten der Chirurgischen Klinik der Universität Erlangen - Nürnberg danke ich vielmals für die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Einleitung

Für den Ablauf aller Lebensvorgänge ist neben der Konstanz der Temperatur auch ein bestimmter Wasser - und Salzgehalt des Organismus notwendig. Jede Zelle des Körpers schwimmt sozusagen im Wasser, das als Vehikel für Nahrungs - und Ab - fallstoffe sowie als Lösungsmittel dient, aus welchem sie sich ernährt und das für die Stabilität der physiko - chemischen Bedingungen sorgt. Es liegt nahe, daß Störungen des Wasser - und Elektrolythaushaltes den Stoffwechsel des Orga - nismus beeinflussen und daß fast kein Krankheitsprozess im Organismus ohne Rückwirkung auf den Mineralhaushalt bleibt.

Folgende Störungen können zu erheblichen Verschiebungen in der Zusammensetzung der Körperflüssigkeiten führen :

1. Mangelhafte Zufuhr (Hunger und Durst)
2. Verluste (Erbrechen, Diarrhoe, Drainagen, Fisteln)
3. Verschiebungen von Flüssigkeit (z. B. in das Darm- lumen bei Ileus).

Im Rahmen der postoperativen Behandlung interessieren u. a. Menge und Zusammensetzung verlustig gehender Sekrete und Körperflüssigkeiten aus chirurgischen Drainagen, ausgedehn - ten Wunden oder durch Ableitung von Ergüssen der grossen Körperhöhlen, sowie die dadurch bedingten Störungen im Wasser - und Elektrolythaushalt, die hinwiederum den gesam - ten Stoffwechsel des Organismus in Mitleidenschaft ziehen können.

Daher erschien es uns notwendig, die Angaben aus der Welt - literatur über Menge und Zusammensetzung von Sekreten und

Körperflüssigkeiten zusammenzufassen - wobei die Erwähnung dieser oder jener Autoren kein Werturteil beinhaltet - und durch Ergebnisse eigener Analysen von Körperflüssigkeiten aus chirurgischen Drainagen zu ergänzen.

Es handelte sich um Drainagen nach Laparatomien und Thorako - tomien, wobei uns der Gehalt an Wasser, den wichtigsten Ionen und an Eiweiss interessierte.

Wir hoffen, durch unsere Untersuchungen zum postoperativen Wasser -, Elektrolyt - und Eiweissverlust durch Drainagen einen kleinen Beitrag leisten zu können.

A. MATERIAL UND METHODIK

I. Übersichtsarbeiten und Monographien

Die Angaben über Menge und Zusammensetzung der Körperflüssig - keiten sind folgenden Übersichtsarbeiten und Monographien entnommen :

Documenta Geigy : Wiss. Tabellen, 6. Aufl., Geigy - AG., Basel, 1960 und 1962.

Elkinton, J. R.und T. S. Danowski : The Body Fluids. William & Wilkins, Baltimore, 1955.

Flaschenträger, B. und E. Lehnartz : Physiologische Chemie. 2. Bd,1a,1b,2a. Springer - Verl. 1954.

Gamble, J. L. : Chemic. Anatomy, Physiology and Pathology of extracellular Fluid. Cambridge, Mass., 1949.

Companionship of Water and Electro - lytes in the Organization of Body Fluids. Lane Medical Lectures. Stanford, Cal. und London, 1951.

Hoppe - Seyler - Thierfelder : Handbuch der physiologischen und pathologisch-chemischen Analyse. 10. Aufl. Bd V (Untersuchungen der Organe, Körperflüssigkeiten und Aus - scheidungen). Springer - V., 1953 - 55.

II. Eigene Untersuchungen

Die eigenen Untersuchungen wurden an 32 operierten Patienten vorgenommen.
Die Körperflüssigkeiten, die durch die chirurgischen Drainagen gewonnen wurden, haben wir nach folgenden Operationen unter - sucht :

1. 11 Laparatomien :

   2 Dickdarmresektionen bei Rectumkarzinom
   1 Portocavale Anastomose
   1 Milzexstirpation
   4 Operationen wegen Perforation (Appendix, Pyosalpinx) und subphrenischem Abszess
   3 Cholezystektomien

2. 21 Thorakotomien :

   2 Ductus Botalli - Durchtrennungen
   2 Korrekturen von Aortenisthmusstenosen
   3 Eingriffe am Magen und Ösophagus
   4 Lobektomien, bzw. Segmentresektionen
   10 Pneumektomien

III. Durchgeführte Untersuchungen

1. Messung der täglichen Drainagemenge.
2. Bestimmung der Ionen Natrium, Kalium, Calcium mit dem Flammenphotometer der Firma ZEISS GmbH. (Oberkochen), Typ PF 5 . Umrechnung der in mg % erhaltenen Werte in mval / l .
3. Titrimetrische Bestimmung der Chloride nach SCHALES und SCHALES, unter Umrechnung in mval / l.
4. Phosphor wurde nach der Methode von JENDRASSIK, modifiziert nach FISKE und SUBAROW bestimmt.
   Die colorimetrische Auswertung erfolgte mit dem Photometer der Firma ZEISS GmbH., Elco III.
5. Bestimmung des Gesamteiweiss mit der Biuretmethode nach KINGSLEY.
6. Verteilung der Eiweissfraktionen mit der Papierelektrophorese nach GRASSMANN und HANNIG.
7. Reststickstoffbestimmung nach KJELDAHL.

IV. Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Von allen Einzelwerten zusammengehöriger Operationen wurde das arithmetische Mittel (M) nach der Formel

$$M = \frac{x_i}{n} \quad \text{, gebildet.}$$

Außerdem berechneten wir die mittlere Abweichung (σ) vom Mittelwert, die nach der Formel

$$\sigma = \frac{(x_i - M)^2}{n - 1}$$

als Quadratwurzel aus dem Durchschnitt der Quadrate der einzelnen Abweichungen ($x_i - M$) definiert ist.

Die Darstellung des Zahlenmateriales erfolgte in Tabellenform nach zusammengehörigen Operationen bzw. einzelnen Operationen getrennt. Bei Magensaugungen, sowie bei Drainagen nach Lobektomien und Pneumektomien wurde auch die Zusammensetzung der Drainageflüssigkeit in Abhängigkeit vom postoperativen Verlauf bestimmt.

Auf graphische Darstellung der Ergebnisse wurde weitgehend verzichtet, da deren Aussagekraft nach FREUDENBERG auf keinen Fall größer ist, als die von Tabellen.

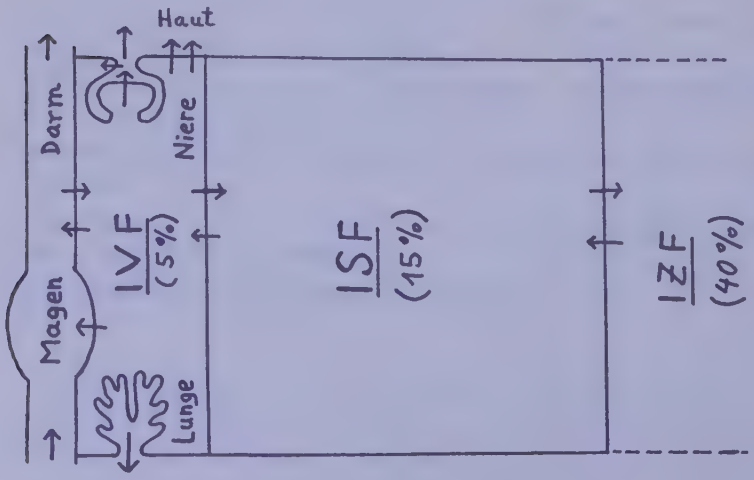
B. ERGEBNISSE

I. Volumina der Körperflüssigkeiten und Sekrete

Das gesamte Körperwasser (KW) wird zweckmässigerweise in folgende Flüssigkeitsvolumina unterteilt, wobei für den klinischen Gebrauch die angeführten Normen in Prozent des Körpergewichtes (% KGw) angenommen werden können:

	% KGw	
	Mann	Frau
Gesamtes Körperwasser (KW) :	60	55
1. Intrazelluläre Flüssigkeit (IZF)	40	35
2. Extrazelluläre Flüssigkeit (EZF) :	20	20
Interstitielle Flüssigkeit (ISF)	15	15
Intravasale Flüssigkeit (IVF)	5	5
Transzelluläre Flüssigkeit (TZF)		

Fig. 1 : Übersicht über die Körperflüssigkeiten (mod. nach GAMBLE).



1. Bestimmungsmethoden

Die Bestimmung erfolgt nach dem Prinzip der Verdünnungsanalyse, ermöglicht durch die Trennung der IZF von der EZF durch Membranen verschiedener Durchlässigkeit.
Es wird eine bestimmte Menge (g) eines indifferenten Stoffes verabreicht, seine definitive Verteilung abgewartet und dann seine Konzentration (c) im Plasma bestimmt, die dann dem zur Lösung dienendem Volumen (V_{IZF}, V_{ISF} und V_{IVF}) umgekehrt proportional ist.

Zur Bestimmung des gesamten Körperwassers verwendet man Deuteriumoxyd = D_2O (HEVESY und HOFER, 1934) oder Tritiumoxyd = HTO, die sich auf das gesamte Körperwasser gleichmässig verteilen.
Für c in Gramm / Liter ergibt sich nach NETTER die Formel

$$c = \frac{g}{V_{IZF} + V_{ISF} + V_{IVF}} .$$

Bei Verwendung von Antipyrin erhält man annähernd gleiche Resultate. N - Acetyl - 4 - aminoantipyrin (NAAP) soll gegenüber Antipyrin folgende Vorteile haben:
weniger als 3 % werden an Plasmaeiweiss gebunden und fast vollständige Ausscheidung (82 - 100 %) , sodaß der Lösungsraum für NAAP im Mittel um 1,8 Liter niedriger liegt als der für Antipyrin (BRODIE et al.).
Auch Alkohol ist eine brauchbare Substanz dafür (GRÜNER) .

Zur Bestimmung der EZF (ohne die TZF !) verwendet man Stoffe, die in die Zellen möglichst nicht eindringen können.Die Messung ist mit einer relativ großen Fehlerbreite behaftet (MERTZ) . Am genauesten dürfte die Verwendung von Inulin sein. Ferner verwendet man Mannit, Saccharose , ^{24}Na, Thiocyanat, Thiosulfate und Rhodanide. Das Verteilungsvolumen der genannten Stoffe erstreckt sich nicht auf die TZF.
Nach NETTER gilt für die EZF die Formel:

$$c = \frac{E}{V_{ISF} + V_{IVF}} .$$

Das Plasmavolumen wird mit Stoffen bestimmt, die die Blut - bahn nicht verlassen können und für die nach NETTER gilt:

$$c = \frac{g}{V_{IVF}} .$$

Es hat sich dafür vor allem die Methode mit Evans - blue (T 1824) nach GIBSON und EVANS (1937) eingebürgert. Gute Ergebnisse erzielt man auch mit reinjizierten Ery - throzyten, die in vitro z. B. mit ^{32}P (WASSERMAN et al., MUKHERJEE und ROWLANDS, 1951) inkubiert wurden. Nach ihrer Verteilung wird die Strahlung einer Blutprobe be - stimmt.
Die Umrechnung des Plasmavolumens in ml wird nach PETERS wie folgt in ml Plasmawasser umgerechnet:

$$\text{Plasmawasser} = \frac{\text{Pl. - Vol.x (98,4 - 0,718 x Prot.in g/100 ml Serum)}}{100}$$

Das Volumen der ISF wird aus der Differenz von EZF und IVF gebildet.

Das Volumen der IZF erhält man aus der Differenz von gesamtem Körperwasser und EZF.

2. Durchschnittswerte aus dem Schrifttum für die Volumina von Körperflüssigkeiten und Sekreten

Siehe Tab. 1 - 7.

Die Werte gelten für ein durchschnittliches Gewicht beim Mann von 7o kg, bei der Frau von 6o kg, soweit es nicht anders angegeben ist.

Tabelle 1 : Volumen des gesamten Körperwassers in Prozent des Körpergewichtes und in Litern.

	% KGw	l	Methode	Literatur
Mann:	62	43	D_2O	SCHLOERB et al.
	61	42,5	"	EDELMAN et al.
	65	46	HTO	PACE et al.
	54	38	Antipyrin	SCRIBANTE et al.
	53,8	38	NAAP	GRÜNER u. SALMEN
	53	37	Alkohol	GRÜNER u. SALMEN
	66	46,5	Exsiccation	VOLKMANN et al.
	59	41,5	"	WIDDOWSON et al.
Frau:	52	31	D_2O	SCHLOERB et al.
	54	32,5	"	EDELMAN et al.
	46	27,5	Antipyrin	SCRIBANTE et al.
	55	33	o. Angabe	HARDY, J. D.
Neuge -	77	2,3	D_2O	EDELMAN et al.
borenes	75	2,2	"	FLEXNER et al.
Kind:	59	-	D_2O	EDELMAN et al.
Mann	60	42	D_2O	(M)s. o.
Frau	53	32	"	(M) "
Neugeb.	76	2,3	"	(M) "

Der prozentuale Wassergehalt variiert gegensinnig zum Fett - gehalt des Körpers, was den generellen Unterschied des Wassergehaltes von Mann und Frau erklärt, da Fettgewebe nur etwa 10 % Wasser enthält (MERTZ, SCHWAB und KÜHNS). OSSERMAN et al. fanden als Werte bei Mageren 72 % des KGw. und bei Adipösen 43 % des KGw. für das gesamte KW.

HARDY et al. fanden für das gesamte KW bei verschiedenem Fettgehalt folgende Werte(in % KGw) :

	Mann	Frau
mager	72	68
adipös	42	52

Tabelle 2 : Abhängigkeit des Volumens des gesamten KW vom Fettgehalt (nach WILKINSON).

	KGw	Depotfett		Gesamtes KW	
	kg	kg	% KGw	% KGw	l
Mann norm.	70	10	14,2	60	42
adipös	80	20	25	54	42
	90	30	33	44,5	42
sehr adipös	100	40	40	42	42
	110	50	45,5	38	42
o.Depotfett	60	-	-	70	42

Wird aber auf den fettfreien Körper bezogen, so ergibt sich bei fast allen Säugetieren ziemlich konstant ein Gesamtwasserwert von 71 % KGw. (Mc CANCE und WIDDOWSON).
Auch je nach Lebensalter ist der Gehalt an KW verschieden. Nach EDELMAN et al. findet man mit der D_2O - Methode für Männer von 57 - 86 Jahren 54 % und für Frauen von 60 - 82 Jahren 46 % des KGw.

Tabelle 3 : Volumen der extrazellulären Flüssigkeit in Prozent des Körpergewichtes und in Litern

Flüssigk.	% KGw	l	Methode	Literatur
E Z F	16	11,2	Inulin	GAUDINO et al.
(Erw.)	15	10,5	"	SCHWARTZ et al.
	16	11,2	"	BERGER et al.
	15	10,5	"	LEVITT u. GAUDINO
	16,6	11,6	Thiosulfat	CARDOZO u. EDELMAN
	23	16	Thiocyanat	FELLERS et al.
	17	12	Radiosulfat	WALSER et al.
Mittelwert	16,8	11,8	- -	s. o.
(Kind:)	42	-	Thiocyanat	FELLERS et al.
a. IVF				
Mann	4,3	3	Evans - blue	GIBSON u. EVANS
Frau	4,1	2,9	"	WASSERMAN et al.
-	5	3,5	o. Angabe	GAMBLE
b. ISF	12,5	9	EZF - IVF	(16,8 - 4,3)
	15	12,5		GAMBLE

Nach HARDY et al. schwankt die IVF für Magere und Adipöse zwischen 5,6 bis 2,7 % KGw.

Tabelle 4 : Volumen der intrazellulären Flüssigkeit in Prozent des Körpergewichtes und in Litern.

$V_{IZF} = V_{KW} - V_{EZF}$

% KGw	l	Literatur
40	28	BERGER et al.
50	35	GAMBLE
42	30	WILKINSON
44	31	Mittelwert aus obiger Lit.

Tabelle 5 : Prozentualer Anteil der IZF und EZF am gesamten Körperwasser bei einem 70 kg schweren Erwachsenen (nach WILKINSON).

Wasser	% KW	% KGw	l
Ges. KW	-	60	42
I Z F	70	42	30
E Z F	28	16,8	12
IVF	7	4,2	3
ISF	21	12,6	9

Man beachte, daß sich das Volumen der IVF zu dem der ISF wie 1 : 3 verhält !

Tabelle 6 : Abhängigkeit der Verteilung des Körperwassers von Körpergewicht und Körperoberfläche (mod. nach EDELMAN et al.).

	Mann			Frau		
		ml / kg KGw.	l/m² O		ml/kg KGw	l/m² O.
Körpergew.,..kg	70			60		
Oberfläche...m²	1,73			1,6		
Körperfett...kg	11			17		
... g/kg KGw.	157			284		
Ges. KW...% KGw	60	600	24,5	53	530	20
..... l	42			32		
E Z F ....% KGw	16,8	170	6,9	14,6	149	5,5
..... l	12			8,9		
IVF ....% KGw	4,3	43	1,74	4,1	48	1,8
..... l	3			2,9		
ISF ....% KGw	12,5	128	5,2	10,5	105	4
..... l	9			6,3		
I Z F ....% KGw	43,2	425	17,4	38,4	385	14,4
..... l	30			23		

Der prozentuale Wassergehalt ist mit der Körperoberfläche enger korreliert als mit dem Körpergewicht. Daher findet sich beim Kind mit seiner relativ grösseren Oberfläche ein we - sentlich grösserer Wassergehalt und Wasserwechsel als beim Erwachsenen.

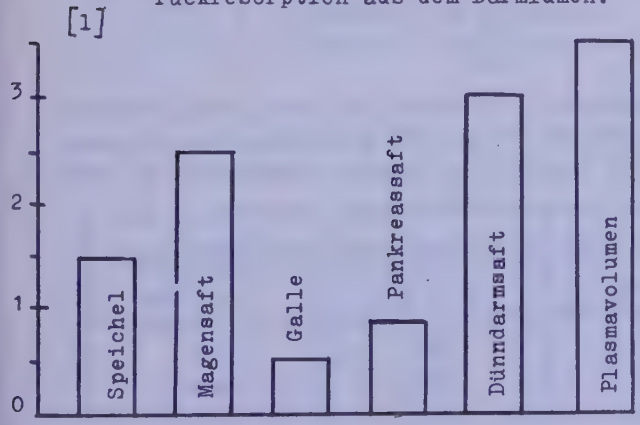
Tabelle 7 : Volumina der transzellulären Flüssigkeiten in ml / Tag.

T Z F	ml / Tag	Literatur
Speichel	1000 - 2000	HOPPE - SEYLER - THIERFELDER
	500 - 1500	Mc. CANCE, WEISBERG
	500 - 1000	FLASCHENTRÄGER u. LEHNARTZ
	1500	LOCKWOOD u. RANDALL
Magensaft	2000 - 4000	GEIGY - Tab.
	1000 - 5000	McCANCE, WEISBERG
	2500	LOCKWOOD u. RANDALL
(Leber -) Galle	420 - 510	KOSTER et al. (aus Fisteln)
	100 - 1000	McCANCE, WEISBERG
	700 - 1200	POPPER u. SCHAFFNER
	500 - 1200	FLASCHENTRÄGER u. LEHNARTZ
	300 - 500	McCANCE
	500	LOCKWOOD u. RANDALL
Pankreass.	30 - 700 -1770	SUNDERMAN u. BOERNER
	500-800-1000	FLASCHENTRÄGER u. LEHNARTZ
	500 - 800	McCANCE
	700	LOCKWOOD u. RANDALL
Darmsaft	700 - 3000	McCANCE u. WEISBERG
	3000	McCANCE
	3000	LOCKWOOD u. RANDALL
Stuhl - W.	150 - 200	GEIGY - Tab.
Gesamte intestinale Flüssigkeit	7000 - 10000	SCHADE
	8000	LOCKWOOD u. RANDALL
	8200	GAMBLE

Tabelle 7 (Fortsetzung)

T Z F	ml / Tag	Literatur
Liquor cer.		
Erw.	100 - 180	Gewonnen durch Liquor -
Kind	100 - 140	punktion
Glomer. - Filtrat	15000 - 18000	NETTER
Urin :		
Neugebor.	30 - 60	NELSON
Säugling	100 - 500	NELSON
1.-14. Lj.	500 - 1400	NELSON
Erw.	273 - 1250 - 2233	KUHL et al.

Fig. 2 : Volumen der Verdauungssäfte pro Tag im Vergleich zum Plasma(nach REIN u. SCHNEIDER).
Es ergibt sich deutlich die Notwendigkeit der Wasser - rückresorption aus dem Darmlumen.



II. Täglicher Wasserwechsel

Man versteht darunter die Bilanz und die Beschreibung der Wege des nicht chemisch veränderten Wassers durch den Körper. Das Wasser muss sich in dauerndem Wechsel durch den Organismus befinden, denn ein Stillstand des Säftestromes in den Organen kann bei kürzeren Zeiten schädlicher sein als ein gleichlanger Sauerstoffmangel (OPITZ u. SCHNEIDER).

1. Bilanz

Die Grösse des täglichen Wasserwechsels wird durch Vergleich der täglichen Einfuhr mit der um das Oxydationswasser vermehrten täglichen Ausfuhr gefunden.

Tabelle 8 : Wasser - Ein - und - Ausfuhr (n. MOYER).

Weg der Aufnahme	ml / Tag	Weg d. Ausschdg.	ml / Tag
1. Magen - Darm (Flüssigkeit)	800-1500	1. Niere (Urin)	800-1500
2. Magen - Darm (feste Nahrung)	475- 725	2. Darm (Stuhl)	125
3. Oxydationswssr.	250	3. Haut u. Lunge (Dampf)	600- 850
Gesamte Aufnahme	1525-2475	Ges. Ausschdg.	1525-2475

Tabelle 9 : Die grössere Oberfläche bei einem 7 kg schweren Kind bedingt auch einen grösseren Wasserwechsel als bei einem 70 kg schweren Erwachsenen(n. GAMBLE).

	Psp. ins.	Min.Urinaussch.	Min.Tagesaussch.
	g /kg /h	ml / Tag	ml / Tag
Kind (7 kg)	1,0	100	300
Erw. (70 kg)	0,5	500	1400

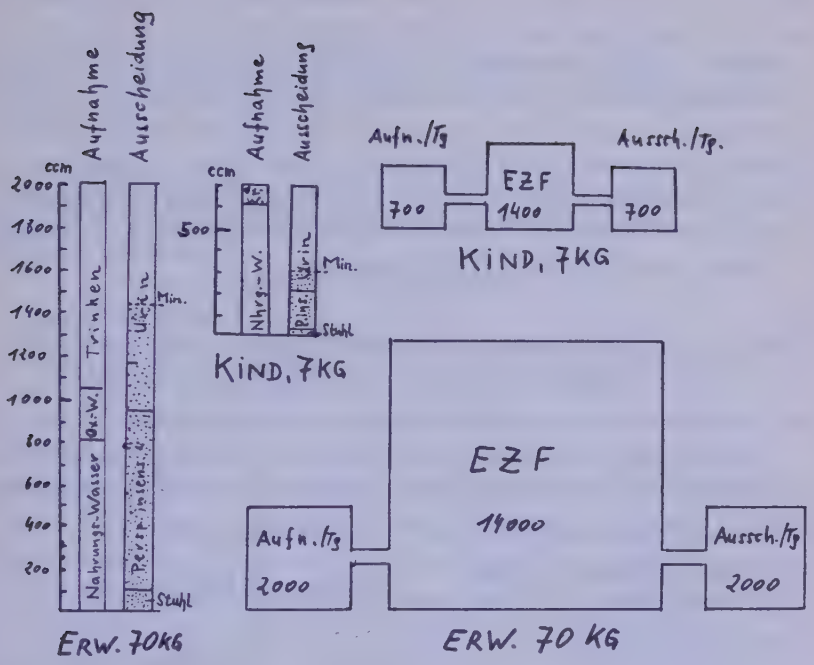


Fig. 3: Täglicher Wasseraustausch bei einem 7o kg schweren Erwachsenen und einem 7 kg schweren Kind (nach GAMBLE).

Die Perspiratio insensibilis beträgt in unserem Beispiel beim Kind nicht etwa 1 / 10 des Wertes des 1o - mal schwe - reren Erwachsenen, sondern ist doppelt so groß und die minimale Tagesausscheidung beträgt beim Kind etwa 1 / 5 des Erwachsenen.Beträgt die EZF beim Erwachsenen 14 Liter und beim Kind 1,4 Liter (= 20 % KGw), so ist die EZF bei Aus - bleiben der Wasserzufuhr beim Kind - mit einer minimalen Tagesausscheidung von 300 ml - in 5 Tagen, beim Erwachsenen - mit einer minimalen Tagesausscheidung von 1400 ml - in 10 Tagen aufgebraucht(siehe auch Fig. 3 !).

Tabelle 10 : Abhängigkeit der Wasserabgabe durch Haut und Lungen von Außen - und Körpertemperatur(ml).

Bedingungen	ml / Tag	Literatur
Ruhe, gemäßigtes Klima	800 - 1000	RANDALL
Bettruhe, Fieber, leichtes Schwitzen	1500	SCRIBNER et al.
Bettruhe, Fieber, Schweißausbrüche	2000	SCRIBNER et al.
Trop. Arbeitsbedingung	8000 - 10000	DILL, zit.v.GAMBLE

Tabelle 11 : Schwankungsbreite der tägl. Wasserverluste (nach RAPOPORT) .

Organ	m l	
	normal	- pathologisch
Lunge	300	3000
Haut	200	5000
Darm	100	5000
Nieren	700	25000

2. Endogener Wasserwechsel

Das Wassergleichgewicht zwischen IZF und ISF hängt von der gegenseitigen Konzentration der osmotisch wirksamen Ionen und Moleküle ab (Diffusion) .

Der ausserordentlich lebhafte Wasserwechsel zwischen IVF und ISF wird nach STARLING und SCHADE durch folgende drei Faktoren bestimmt :

1. den hydrostatischen Druck auf beiden Seiten der Kapillarwand
2. den kolloidosmotischen Druck (KOD) auf beiden Seiten der Kapillarwand
3. die Permeabilität der Kapillarwand.

Zusammengefasst handelt sich um den Antagonismus des aus - pressenden Blutdruckes und des einsaugenden KOD (NETTER).

Nach PAPPENHEIMER wächst die Grösse des extrakapillären Wasserwechsels mit der arterio - venösen Druckdifferenz. Bei einer mittleren Druckdifferenz von 10 mm Hg beträgt die kapilläre Filtratmenge in das Gewebe etwa 75 Liter pro Tag, wobei 7000 Liter Blut pro Tag durch die Blutbahn bewegt werden.
Dadurch ist aber nur der 5. - 20. Teil der peripheren Ver - sorgung gedeckt. Der Rest erfolgt durch Diffusion, denn sonst müssten 300 - 600 Liter pro Tag filtriert werden.

Zur Reinhaltung des " mileu intérieur " wird die Niere pro Tag von etwa 1800 Liter Blut oder 1100 Liter Plas - ma durchflossen, wobei 150 - 180 Liter Ultrafiltrat pro Tag abgepresst werden, was eine Abgabe von annähernd 20 % des Wassers aus der Blutflüssigkeit bedeutet. 99 % des Ultrafiltrates werden in der Niere z. T. aktiv rückresorbiert und nur 1 % als Urin ausgeschieden.

Der intestinale Wasserkreislauf (SCHADE) von 7 - 10 Litern / Tag, von denen der größte Teil rückresorbiert wird ist ebenfalls beträchtlich.
Nach MÜLLER - SEIFERT werden pro Min. 73 % der IVF mit der ISF ausgetauscht.

3. Der Wasserwechsel der serösen Körperhöhlen

Er folgt den gleichen Gesetzen wie der extrakapilläre Wasserwechsel, die hier näher betrachtet werden sollen, da sie für die Entstehung von Ergüssen bedeutungsvoll sind.

Der Durchtritt von Lösungen durch eine Membran wird physikalisch - chemisch beherrscht durch eine Modifikation des 1. FICK schen Gesetzes (STUART) :

$$\frac{dn}{dt} = P \times O \left(p_1 - p_2 \right) .$$

Die durchtretende Zahl von Molen je Zeiteinheit ($\frac{dn}{dt}$) ist proportional der Fläche(O), sowie der Differenz im Lösungsdruck zu beiden Seiten ($p_1 - p_2$) wobei der Permeabilitätsfaktor (P) von den Eigenschaften der Trennwand bestimmt wird.
Bedeutet P_1 die Permeabilitätskonstante der Kapillarwand für Wasser, O die Oberfläche eines Kapillarsystemes, z. B. der Pleura und p_{Blut} und p_{Gewebe} den Gesamtdruck von Blut - und Gewebsflüssigkeit, so gilt

$$\frac{dn_1}{dt} = P_1 \times O \left(p_{Blut} - p_{Gewebe} \right) .$$

Wenn $p_{Blut} > p_{Gewebe}$ $\left(= \frac{dn_1}{dt} > 0\right)$ so kommt es zu Exsudation,

wenn $p_{Blut} < p_{Gewebe}$, tritt Resorption ein.

Da die Kapillarwand für alle gelösten kleinen Teilchen eine semipermeable Membran darstellt, ist der osmotische Druck in Blut und Gewebe gleich.

$$p_{Blut} = p_{cap} - p_{osm} - p_{onk}$$

$$p_{Gewebe} = p_{mech} - p_{osm} - p_{onk}.$$

$$p_{Blut} - p_{Gewebe} = p_{cap.Blut} - p_{onk.Blut} - p_{mech.G.} + p_{onk.G.}$$

Kapillardruck art. Ende ..... 43 cm Wassersäule
ven. Ende ..... 16 cm Wassersäule
Onkotischer Druck des Blutes..35 cm Wassersäule.
Der onkotische Gewebsdruck ist sehr klein, da der Protein - spiegel der ISF nur etwa o,1 % beträgt. Der mech. Gewebs - druck von nur einigen cm Wassersäule kann vernachlässigt werden.

Für den physiologischen Flüssigkeitsaustausch gelten daher folgende Beziehungen :

a. Wasser :

$$\frac{dn_1}{dt} = O \times P_1 \left(p_{cap} - p_{onk.Blut} + p_{onk.G.} \right)$$

art. Ende... $\frac{dn_1}{dt} = O \cdot P_1 (43 - 35) > \sigma$ = pos.Wert = Exsudation .

ven. Ende... $\frac{dn_1}{dt} = O \cdot P_1 (16 - 35) < \sigma$ = neg. Wert = Resorption .

Da sich die durchtretenden Mengen unter physiologischen Bedingungen fast aufheben, entstehen keine nennenswerten Flüssigkeitsansammlungen außerhalb der Blutbahn. Grössere Flüssigkeitsansammlungen können dann als Entgleisungen physiologischer Abläufe aufgefasst werden (FUCHS) .

b. Plasmaproteine :

$$\frac{dn_2}{dt} = \sigma \quad , \text{ wegen } P = O \text{ (unter normalen Bedingungen).}$$

Zur Bildung eines Ergusses in den Körperhöhlen kommt es, wenn das Gleichgewicht zu Gunsten der Exsudation verscho - ben wird, also bei allen Veränderungen, die den Wert von $\frac{dn_1}{dt}$ vergrößern. Dafür bestehen folgende Möglichkeiten :

1. Stauung im Kreislauf (p_{cap} wird erhöht)
2. Eiweißmangel ($p_{onk.Blut}$ wird erniedrigt)
3. Entzündung ($p_{onk. Gewebe}$ wird erhöht)
   Dazu kommt eine Permeabilitätsstörung der Kapillar - wand mit erhöhter Durchlässigkeit für Wasser und einer endlichen Durchgängigkeit für Proteine.
4. Gefäßwandschädigung (P_1 wird erhöht, P_2 wird von Null verschieden) .

Wird die 1. und / oder 2. Möglichkeit wirksam, so entsteht ein Transsudat, in allen anderen Fällen ein Exsudat mit mehr weniger hohem Eiweißgehalt.

III. Der Ionengehalt der Körperflüssigkeiten

In der EZF überwiegen Natrium, Chlorid und Bikarbonat, in der IZF Kalium, Phosphat und Protein. Die ISF ist ein Ultrafiltrat des Plasmas, von dem sie sich nur durch den niedrigeren Proteingehalt unterscheidet.

Fig. 4 : Ionogramm von Serum, ISF und IZF in mval / l (nach GAMBLE).

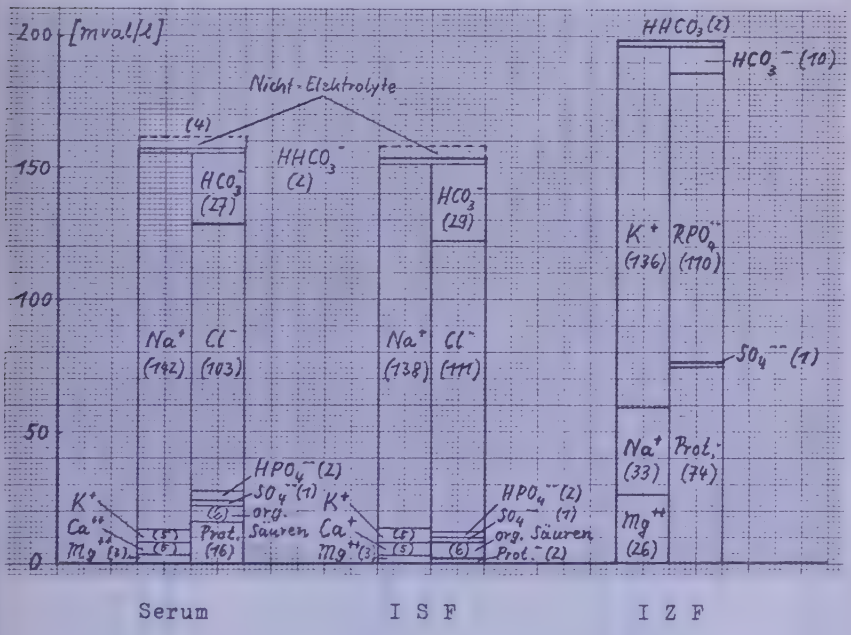


Tabelle 12 : Ionengehalt von EZF und IZF.

Die Werte nach GAMBLE siehe Fig. 4 , Seite 27 !

I o n	Dimension	E Z F	I Z F	Gesamt	Literatur
Na ·	mval (ges.)	1850	1225	3075	RIECKER
	% d.ges.Na	60	40	100	
	mval / l	135 - 147	43,2	- -	
	mval/kg KGw	- -	- -	40,6	
	mval (ges.)	1700-2100	900 - 1100	2700 - 3000	ELKINTON und DANOWSKI
	mval/kg KGw	24 - 30	13 - 16	39 - 43	
K ·	mval (ges.)	69	3371	3440	RIECKER
	% d.ges. K	2	98	100	
	mval / l	3,8 - 4,5	124	- -	
	mval/kg KGw	0,9	43,9	45,8	
	mval (ges.)	48 - 60	2950 - 3350	3000 - 3400	ELKINTON und DANOWSKI
	mval/kg KGw	o,7 - 0,9	42 - 48	43 - 49	
	Gramm (ges.)	2,34	130	132,3	WILKINSON
	mval (ges.)	60	3360	3420	
	% d.ges. K	2	98	100	
	mval / l	5	112	- -	
Cl ·	mval (ges.)	1400-1750	500 - 650	1900 - 2400	ELKINTON und DANOWSKI
	mval/kg KGw	20 - 25	7 - 9	27 - 32	

Tabelle 13 : Elektrolytzusammensetzung einiger Körperflüssigkeiten (in mval / l) .

Flüssigkeit	Na^{+}	K^{+}	Ca^{++}	Cl^{-}	PO_4^{---}	HCO_3^{-}	Literatur
Serum	142	5,0	5,0	103	2,0	27	GAMBLE
	138	4,1	5,3	102	2,0	26,5	PETERS
	141	4,4	4,7	95	2,0	- -	GREENE et al.
Serumwasser	152	5,4	5,4	110	2,1	29	GAMBLE
	145	6,6	5,0	103	---	- -	GREENE et al.
Liquor cer.	110-145	2,7	2,4 - 3,2	120-128	0,5-0,6	- -	HALLMANN
Transsudat	144	4,9	- -	112	- -	- -	GEIGY - Tab.
	140	3,3	3,8	100	2,7	- -	GREENE et al.
Ascites	281	2,8	2,4	68	- -	- -	FLASCHENTRÄGER u. LEHNARTZ
Exsudat	137	5,2	3,8	101	- -	- -	GREENE et al.
	136	5,4	3,8	64	- -	- -	FLASCHENTRÄGER u. LEHNARTZ
Schweiss	58,4	10,0	0,5 - 3,5	45,4	- -	- -	AHLMANN et al. und JOHNSTON et al.

Tabelle 13 : Fortsetzung(Mittelwerte und Bereich).

Flüssigkeit	Na^{+}	K^{+}	Ca^{++}	Cl^{-}	PO_4^{---}	HCO_3^{-}	Literatur
Speichel	33	19,5		34			WHITE et al.
	13	18	4	14	0,5-2,9		FLASCHENTRÄGER + LEHNARTZ
	9	22,8		10		15	LOCKWOOD u. RANDALL
Gemischter Magensaft	20 - 80	5 - 20		100-150			COOKE u. CROWLEY
	59	9,3		89			RANDALL
	60,4	9,2		84		0	
	9 - 116	0 - 32		8 - 154			LOCKWOOD und RANDALL
	15 - 105	7,6-55	1-12	42- 195	4		KATSCH
Bei Magenres.	136	5,3		98			LANS et al.
	82 - 167	2 - 9		38- 142			
M. - Funduss.	35	15		160			SHOHL
M. - Pylorus.	160	25		140			SHOHL
Gallen - sekret	145	5,2		100			RANDALL
	149	5		100,6		40	LOCKWOOD und RANDALL
	131 - 164	3 - 12		89-180			
	120 - 140	5 - 15		80-120			COOKE u. CROWLEY
				90-100		20-25	WALTERS u. SNELL
			4 - 5	- -			HOPPE-SEYLER-THIERFELDER
				- -	8,6		POLONOVSKI + BOURRILLON
Pankreas -	141	4,6	- -	76,6	- -	121	RANDALL
	120 - 140	5 - 15	- -	40 - 80	- -	- -	COOKE u. CROWLEY

- saft...	- - 140	- - 5	2,2-3	60 - 80 70		60-75 70	MILLER u. WIPER WILKINSON
Dünndarm - saft	104,9 11,3 82 - 148 100 - 140 140	5,1 4,6 2 - 8 5 -15 10	2,5 - - 6,4	98,9 104,2 43-137 90-130 100	2 - 7	31 50-600 25	RANDALL LOCKWOOD u. RANDALL COOKE u. CROWLEY WILKINSON
Ilealsekret I'stomie fr.: alt:	116,7 129,5 105 - 144 46	5 16,2 6 -29 3	- -	105,8 109,7 90-136 21,4			RANDALL LOCKWOOD u. RANDALL LOCKWOOD u. RANDALL
Caecostomie	79,6 52,5	20,6 7,9		48,2 42,5			RANDALL LOCKWOOD u. RANDALL
Fistelhunde:							
Jejunum Ileum Colon	142 150 146,6	6,5 4,7 7,1	3 5,5 4,2	148 78,5 76,5	3,1	19,1 83,6 90,3	NAGANO
Wasser im Stuhl	35 7 - 96*	72 34-150*	- -	73 17-164*			PETERS
Diarrhoe (Säugl.) **	64	32	- -	44			GEIGY - Tab.

* = Extremwerte.

** = bei Stuhlmengen von etwa 260 ml.

Fig. 5: Ionogramm von Körperflüssigkeiten
(nach Mc CANCE).

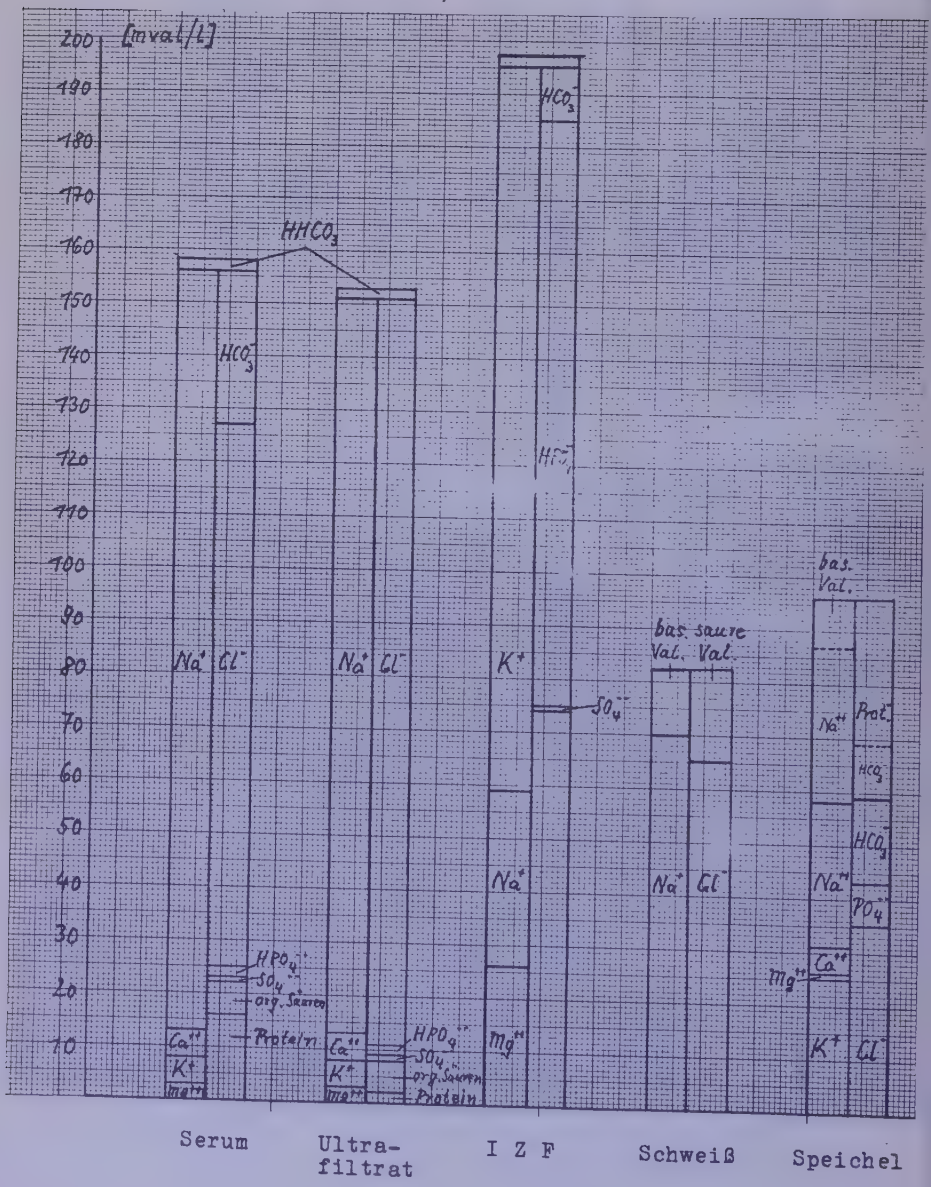
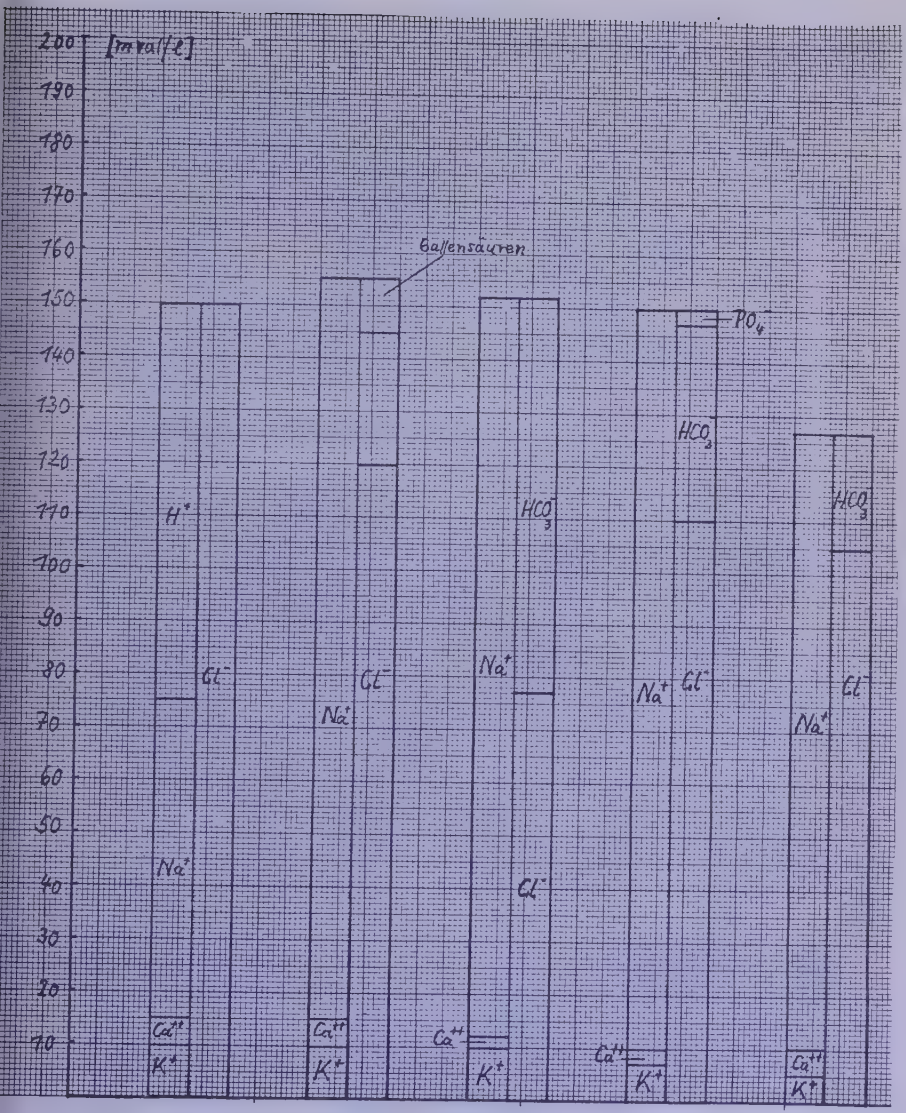


Fig. 5:



Magen-saft | Leber-galle | Pankreas-saft | Jejunal-saft | Ileal-saft

IV. Der Proteingehalt der Körperflüssigkeiten

Tabelle 14: Proteingehalt in g / 100 ml.

Flüssigkeit	g / 100 ml	Literatur
1. I Z F	25,00	GAMBLE
2. E Z F: ISF	0,82	GAMBLE
IVF	6,55	DOLE
"	6,6	GAMBLE
"	7,0	JEANNERT, ROSENMUND, ESSELIER
3. T Z F:		
a. Speichel	0,26	DREVON und DONIKIAN
(Bereich)	(0 - 0,53)	
Magensaft	Spuren	KATSCH
Lebergalle	0,18	POLONOVSKI u. BOURRILLON
Blasengalle	0,45	POLONOVSKI u. BOURRILLON
Pankreassaft:	0,19 - 0,34	MILLER u. WIPER
"	0,48 - 0,53	BARTELHEIMER et al.
"	1,2	SUNDERMAN u. BOERNER
Darmsaft	0,8	SUNDERMAN u. BOERNER
b. Urin	o,o2 - 0,1/d	SUNDERMAN u. BOERNER
c. Liquor cer.	o,o2 - 0,04	GEIGY - Tab.
d. Transsudat	0,2 - 3,09	GREENE et al.
Exsudat	2,5 - 7	GREENE et al.

Der Proteingehalt der IZF ist je nach Zellart verschieden.
Der Proteingehalt der ISF schwankt beträchtlich :
während er in der ISF der Leber etwa wie im Serum ist,
findet man die ISF des Gehirnes praktisch eiweissfrei
(siehe auch Liquor cerebrospinalis) .

V. Die Wasserstoffionenkonzentration der Körperflüssigkeiten .

In Elektrolytlösungen halten sich positive und negative Valenzen die Waage, d. h. Anionen und Kationen bilden zwei gleich hohe Säulen.
In den Körperflüssigkeiten beträgt die Summe der Anionen und der Kationen je 155 mval / l (nach GAMBLE).
Zu Verschiebungen der Wasserstoffionenkonzentration (ph) über die physiologischen Grenzen kommt es nur dann, wenn die Pufferungsmöglichkeiten des Blutes nicht mehr ausreichen (Bikarbonat, Phosphat, Proteinsystem) .

Tabelle 15: ph einiger Körperflüssigkeiten

Flüssigkeit	p h	Literatur
I Z F	6,80 - 7,00	MÜLLER - SEIFERT
Erythrozyt	7,28 - 7,41	GRAM (zit. in NETTER)
Muskelzelle	6,6 / 7,2	NETTER / MEYERHOF (in NETTER)
Bgw.- Zelle	7,2	ROUS, FRUNDER (in NETTER)
E Z F	7,35 - 7,45	MÜLLER - SEIFERT
Plasma art.	7,42	GEIGY - Tab.
Plasma vem.	7,35	GEIGY - Tab.
Speichel Erw.	5,9	OSTER et al.
" Kind	7,3	TURNER et al.
Magensaft	1,2	EVERETT
Lebergalle	5,7 - 8,6	POPPER u. SCHAFFNER
Blasengalle	7,35	CRAWFORD u. BROOK
Pankreassaft	7,5 - 8,0	MILLER u. WIPER
Darmsaft	4,7 - 7,3	SUNDERMAN u. BOERNER
Stuhl	4,6 - 8,8	GEIGY - Tab.
Urin	6,25	YARBRO
Liquor cer.	7,32	COOPER et al.
Schweiß	4,0 - 8,0	HOPPE - SEYLER-THIERFELDER
Eiter je n. Erreger	5,6 - 7,2	VASA-LOPEZ u. THORBECK

VI. Osmotische Verhältnisse der Körperflüssigkeiten .

Die osmotischen Konzentrationsverhältnisse sind für die Wasserverteilung und die Filtrationsvorgänge im Körper wesentlich und hängen von der Konzentration der osmo - tisch wirksamen gelösten Teilchen ab.

Bei der Berechnung in mosm / l bilden die univalenten Ionen der ISF eine fast gleich hohe Kationen - und Anionensäule, doch in der IZF mit den divalenten Anionen und dem multivalenten Protein findet sich eine ungleich höhere Kationensäule durch die größere Kaliumkonzentration, die zur Deckung der Differenz notwendig ist, um osmoti - sches Gleichgewicht zwischen ISF und IZF zu gewährleisten.

Für die gesamte E Z F kann man nach GAMBLE etwa 310 mosm / l annehmen.

Im Plasma unterscheidet man den vom Blutdruck abhängigen arteriellen und venösen Kapillardruck, sowie den von der Konzentration der Plasmaproteine abhängigen onkotischen oder kolloidosmotischen Druck (KOD), deren Größen für den extrakapillären Flüssigkeitswechsel (siehe auch Seite 23 - 26) ausschlaggebend sind.

Werte für den osmotischen Druck von Körperflüssigkeiten siehe Tabelle 16 und 17 !

Tabelle 16: Osmotischer Druck von Körperflüssig - keiten.

Flüssigkeit	mosm / l	Literatur
E Z F	310	GAMBLE
I S F	309	GAMBLE
Plasma	311	GAMBLE
"	301	Geigy - Tab.
Speichel	110 - 210	HOPPE - SEYLER
Magensaft	160 - 445	GEIGY - Tab.
Galle	301 - 320	HORRAL
Pankreassaft	320 - 335	GEIGY - Tab.
Darmsaft	335	HOPPE - SEYLER
Liquor cer.	301 - 320	LISKINT
Urin	40 -1400	HOPPE - SEYLER

Tabelle 17: Druckverhältnisse der I V F (nach LANDIS, in SUNDERMAN u. BOERNER).

Druck	cm H_2O	Torr= mm Hg
Kapillardruck:		
art. Schenkel	43,5	32
ven. Schenkel	16,3	12
Onkot. Druck	35 (30 - 40)	25 (23 - 30)

Der onkotische Druck der I S F beträgt etwa 10 mm Hg.

VII. Ionen - und Eiweissverlust bei Eiterungen.

Der Verlust scheint nicht nur vom akuten oder chronischen Verlauf, sondern auch von der Art der Erreger abhängig zu sein (VASA - LOPEZ u. THORBECK).

Tabelle 18: Ionen - und Rest - N - Gehalt in akutem und chronischem Eiter (n. TAKAHASHI u. ZANOLI).

mval / l	akut	chron.	Empyem (Pneumok)	Eiter bei TB
Na^{+}	150	100	135	60 - 80
K^{+}	6,6	9,2	12,6	3 - 9,2
Ca^{++}	1,5-7	1,5-7	1,5 - 7	1,5- 7
Cl^{-}	22,5	70	22,5	33 - 43
PO_4^{---}	2,3	1,3	2,9	11 - 52
Rest-N (mg%)	170	30	160	- -

Tabelle 19: (nach VASA-LOPEZ und THORBECK). Ionen in mval/l, Eiweiß in g/100 ml.

Erreger	K^{+}	Ca^{++}	Albumin	Globulin	p h
TB-Bakt.	4,2-9,2	6-9	1,6- 3,4	2,1 - 5,3	7,0 - 7,2
B. Coli	14 -86	5-8	2,3 - 3,3	3,0 - 4,5	6,2 - 7,0
Staph.	17 -47	6-10	2,0 - 3,7	4,0 - 6,0	5,6 - 6,6
Strept.	19 -35	7-9	1,9 - 3,2	3,6 - 6,3	5,6 - 6,5

Akute Eiterung: höhere Na- und PO_4-, aber niedrigere K- und Cl- Werte als bei den chron. Eiterungen.

Chron. tub.Eiterung: hoher Verlust an PO_4- und Ca- Ionen.

VIII. Blutverluste bei Thoraxoperationen

Tabelle 20: Blutverluste bei Thoraxoperationen. Bestimmung colorimetrisch kombiniert mit der T - 1824 - Thiocyanatmethode(Durchschnitts - werte in ml).

Pneumekt.	Lobekt.	Probethkt.	Literatur
1458	1607	602 - 1611	WHITE, BUXTON u.ARBOR
1534	1324	- - -	BARONOFSKY, TREOLAR, WANGEN-
1915	1778	1074	MILLER, GIBBON, ALLBRITT STEEN EN.
1702	2108	490 - 1627	WENZL

Ionen- und Eiweißgehalt eines Hämothorax:

(nach DIRR und KLEMM).

Calcium	5,2 mval / l	Protein	1,35 g/ 100 ml
Chlorid	90 mval / l	Rest- N	83 - 86 mg %

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Untersucht wurden Drainageflüssigkeiten nach Laparatomien und Thorakotomien.

I. Drainagen nach 11 Laparatomien.

Ohne Magensaugungen und Gallen- T- Drainagen.

Tabelle 21: Zusammensetzung der Dr.-Fl. nach Laparatomien (Mittelwerte).

		M	± σ	Elektrophorese (M in Rel-%)	
Na	mval/l	73	31	Albumine	48
K	"	6	2,6	Globuline:	52
Ca	"	1	2,5	α - 1	7
Cl	"	100	30	α - 2	6
PO_4	"	3,2	2,8	β	20
Prot.	g %	125	--	γ	19
R - N	mg%	36	33	Alb/ Glob. Qu.	0,9
Menge	ml	270	--		

Gegenüber dem Serum gleiche Konzentration an K, Cl und PO_4, aber niedrigere Konzentration an Na, Ca und Protein.
In der Elektrophorese Vermehrung der β- Globuline.

Die Einzelwerte für die 11 Laparatomien ersehe man aus den Tabellen 22 - 25. Protein in g / 100 ml (g%)
Rest- N in mg %
Menge in ml
Na, K, Ca, Cl, PO_4 in mval / l und
Elektrophorese (Elpho) in Rel- %.

Tabelle 22: Drainage des kleinen Beckens nach 2 Dickdarmresektionen bei Rectum- Karzinom

Fall		1		2		M	± σ
Tage		1.	2.	6.	7.		
Na	mval/l	70	65	74	85	73	13,5
K		6	6	5	5,5	5,8	0,8
Ca		0	0	0,5	0,3	0,4	0,3
Cl		115	115	120	120	117	5,7
PO_4		3,5	2,5	4,5	3,4	3,5	1,2
Prot.	g%	1,25	1	--	--	1,1	0,06
R-N	mg%	40	40	35	45	40	5,7
Menge	ml	200	210	170	60	160	115,5

Drainage der Milzloge nach 1 Milzexstirpation:

Ionen in mval/ 1 : Na 85, K 7, Ca 2,5
Cl 100, PO_4 3 . a)

Rest- N: 20 mg %.

Drainage des Leberbettes nach Anlegen einer portocavalen Anastomose. b)

Tabelle 23: Sekret n.Anlegen einer portocav. Anastomose

Fall	b)				M	± σ	a) + b)	
Tage	1.	2,	3.	4.			M	± σ
Na	82	80	75	55	73	20,7	75	21
K	7,5	7,2	7,2	7,5	7,3	0,3	7,3	0,1
Ca	2,3	2	2	2	2	0,2	2,1	0,1
Cl	100	100	95	96	96	8,6	97	9
PO_4	2,5	2,6	2,2	2,4	2,4	0,3	2,5	0,1
R-N	30	25	25	27	27	4	25	7
Menge	500	170	120	80	217	127	217	127
Elpho								
Alb.	50	70	73	64	64			
Glob.	50	30	27	36	36			
α- 1	17	3	1,5	5	6,5			
α- 2	13	1	1,5	1	4,5			
β	4	11	3	9	7			
γ	16	15	21	21	18			
A./G.	1,o	2,3	2,7	1,3	1,3			

Tabelle 24: Sekret von 4 Drainagen nach Perforation (Appendix, Pyosalpinx) und subphren. Abszess.

Fall	1		2	3	4	M	±σ
Tag	1.	2.	5.	1.	1.		
Na	75	67	70	85	65	72	15
K	6	5	6,5	7,5	8	6,5	2
Ca	1	2	0	0	1	0,8	0,2
Cl	98	92	100	105	92	97	11
PO_4	3	2,5	3	4,5	5,5	3,7	2,5
Prot	3,5	1,9	1,9	2,5	1,9	2	1,1
R- N	50	30	60	40	40	44	18
Menge	530	160	900	600	250	488	179
Elpho							
Alb.	25	25		28		26	
Glob.	75	75		72		74	
α- 1	3	14		8		9	
α- 2	4	10		9		8	
β	64	20		31		37	
γ	4	31		23		20	
A./G.	0,3	0,3		0,39		0,35	

Tabelle 25: Sekret von 3 Drainagen im Leberbett (For. Winslowi) nach Cholezystektomie.

Fall	1		2			3	M	±σ
Tag	1.	2.	1.	2.	3.	1.		
Na	75	80	70	65	70	75	72,5	11
K	5	6,5	5,5	6,5	6	6	6	1,3
Ca	1	0	1	1	1	1	0,8	0,2
Cl	90	100	98	96	97	95	97,5	6,7
PO_4	3,5	4	3,5	3	2,5	3,5	3,3	1,1
Prot	0,8	1	0,8	0,8	0,4	1	0,8	0,08
R- N	30	40	40	40	30	36	36	10,7
Menge	200	100	170	300	150	200	203	85,5

II. Drainagen des Magen - Darmkanales

1. Magensaugungen von 10 Patienten:

Es handelte sich um Magensaugungen nach Magenresektion bei Ulcus (Nr. 2, 3, 4 u. 8), bei Karzinom (1, 5, 7 und 10), nach Operation eines Myosarkoms (6) und bei Ersatz eines Ösophagusabschnittes nach Verätzung durch ein gestieltes Colontransplantat (9).

Die Einzel- und Mittelwerte aller untersuchten Magen - saugungen siehe Tabelle 27 !

Die Untersuchung des Sekretes bei Magensaugungen am 1., 2., 3. und 4. postoperativen Tag ergab folgende Mittelwerte:

Tabelle 26: Sekret in Abhängigkeit vom Operationstag.

Tag p. Op.	Na	K	Ca	Cl	PO_4	Menge	Prot.
	mval / l					ml	g %
1.	66	13,0	2,0	100	5,4	190	3,0
2.	66	12,4	2,4	98	4,7	265	1,3
3.	68	10,0	1,8	100	3,7	445	1,1
4.	62	9,0	1,5	100	3,0	194	0,4

Am 4. postop. Tag geringes Absinken der Elektrolytausscheidung, außer bei Chloriden. Die anfangs durch Blutbeimengung rel. hohe Proteinkonzentration sinkt in den ersten postoperativen Tagen schnell auf niedrige Werte herab.

Tabelle 27: Sekret bei Magensaugungen an 10 Pat.

		Na	K	Ca	Cl	Prot.	Menge
Fall	Tag	mval / l				g %	ml
1	1.	65	17	2,0	98	6,2	60
2	1.	65	15	2,0	100	4,1	120
3	1.	65	15	2,0	99	4,1	110
	2.	65	16	1,5	95	1,2	800
4	1.	65	14	2,0	100	2,9	230
	2.	65	13	2,0	100	2,1	130
	3.	60	10	1,5	95	2,1	950
	4.	54	10	1,0	95	- -	160
5	1.	65	12	2,0	105	1,2	500
6	1.	70	11	2,0	98	2,9	290
7	1.	--	12	2,0	98	1,2	50
	2.	70	11	3,5	98	1,6	160
	3.	75	10	2,0	100	0,4	300
	4.	70	8	2,0	105	0,8	220
8	1.	70	11	3,0	100	1,2	160
	2.	65	12	3,0	95	- -	170
9	2.	65	10	2,0	100	1,6	70
	3.	70	10	2,0	105	0,8	80
10	9.	80	8	1,5	110	0,8	300
Mittelwert		63	11,8	2,0	99	1,8	260
$\pm\sigma$		7	8,9	1,4	13	0,4	---

PO_4	R- N	Alb.	Glob.	α - 1	α - 2	β	γ	A/G.
mval/l	mg%	R e l. - %						
6,0	70	69	31	3	3	11	14	2,2
7,0	70	44	56	5	6	15	30	0,8
7,0	70	33	67	4	4	31	28	0,5
6,0	65	28	72	3	3	56	10	0,4
6,0	65							
5,0	65							
4,5	65							
3,0	65							
5,0	70							
5,0	70							
4,5	65							
4,5	65	69	31	6	5	9	11	2,2
3,5	60							
3,0	50							
3,0	70							
4,0	70							
4,0	60							
3,5	50							
4,0	60							
4,6	65	48	52	4	4	24	20	0,9
2,0	19							

2. Gallen - T - Drainagen bei 3 Patienten:

Bis auf den niedrigeren Chloridgehalt stimmen unsere Werte nach Gallen - T - Drainagen mit den in der Literatur erwähnten Werten für Lebergallensekret fast überein.

Tabelle 28: Sekret von 3 Gallen- T- Drainagen.

Fall	1						2	3	M	± σ
Tag	1.	2.	3.	4.	5.	6.	10.	*		
Na	145	140	135	135	130	135	135	145	137,5	13
K	3,2	3,2	3,5	3,5	3,7	4,5	5	5	4	2
Ca	6	7	7	7	9	10	5	4	6,4	4,6
Cl	52	46	42	46	37	37	52	60	45	17
PO_4	7,5	8	7	7	7,5	7	5	7,5	7	1,4
Prot[x]	0,02	0,4	0,2	0,2	0,16	0,4	0,3	0,4	0,26	0,2
R- N	60	50	40	40	50	40	40	40	45	13
Menge	150	120	110	150	130	150	150	--	137	39

* = ambulant.

[x] Der Proteingehalt bei unseren Untersuchungen ist mit durchschnittlich 0,26 g/ 100 ml etwas höher, als der von POLONOVSKI und BOURRILLON mit 0,18 g/ 100 ml angegebene.

III. 7 Thoraxdrainagen ohne Lungenresektion

Tabelle 29: Werte von 7 Thoraxdrainagen

	M		± σ	Elektrophorese (Rel- %)	
Na	110	mval/l	25	Albumin	44
K	6	mval/l	1,5	Globulin:	56
Ca	5	mval/l	1,5	α - 1	6
Cl	92	mval/l	14	α - 2	6
PO_4	2,7	mval/l	1,8	β	30
Prot.	5,7	g%	1,9	γ	14
R- N	28	mg%	14	Alb/ Glob.-Qu.	0,8
Menge	170	ml	-		

Werte für die einzelnen Operationen:

Tabelle 30: Drainage nach Durchtrennung offener Ductus Botalli.

Fall	Tag	Na	K	Ca	Cl	PO_4	Prot.	R- N	Menge
		mval / l					g %	mg%	ml
1	1.	100	5,0	4,5	90	2,5	6,0	25	280
	2.	108	5,5	5,0	93	2,0	5,0	30	190
2	1.	108	5,0	5,0	95	2,5	6,0	30	200
M		105	5,0	4,6	92	2,3	5,6	26	223
± σ		7,7	o,3	0,2	4	0,4	1,0	6	79

Tabelle 30: Drainage nach Operation einer Aortenisthmusstenose.

Tag	Na	K	Ca	Cl	PO_4	Prot.	R- N	Menge
	mval / l					g %	mg%	ml
1.	115	6,0	6	90	3,0	6,6	36	250
2.	115	6,5	6	92	2,5	6,4	35	100
3.	105	6,0	5	90	2,5	5,3	35	70
4.	115	6,5	5	94	3,0	5,0	30	50
M	112,5	6,2	5,5	91,5	2,7	5,7	34	117
$\pm\sigma$	8,6	0,2	0,1	3	0,2	1,6	4,5	--

Tabelle 31: Ableitung eines Chylothorax nach Operation einer Aortenisthmusstenose.

Natrium	120,0	mval/l
Kalium	3,0	mval/l
Calcium	5,5	mval/l
Chlorid	96,0	mval/l
PO_4''	2,5	mval/l
Rest- N	22,0	mg %
Fett	800,0	mg %

Elektrophorese (Rel- %):	
Albumin	44
Globulin:	56
α - 1	8
α - 2	7
β	15
γ	26
Alb/Glob.Qu.	0,8

Umgerechnet auf den Flüssigkeitsverlust ergibt dies vom 28.- 52. postop. Tag folgende Fettverluste:

Gesamter Fl.Verlust = 2835 ml ..... 22,7 g Fett
Extremwerte/ Tag = 60-1700 ml ..... 0,48 - 13,6 g Fett
Mittelwert / Tag = 400 ml ..... 3,2 g Fett.

Tabelle 32: Werte aller Drainagen nach Lobektomie oder Segmentresektion.

Fall	Tag	Na	K	Ca	Cl	PO_4	Prot.	R-N	Menge	Alb.	Glob.	α-1	α-2	β	γ	A/G.Qu.
		mval / l					g %	mg%	ml	Rel-%.						
1	1.	115	5,0	4,0	105	3,5	8,2	35	190	48	52	10	13	9	20	0,9
	2.	110	4,5	4,0	98	3,0	6,2	35	120	57	43	7	12	10	14	1,3
2	1.	120	6,0	5,0	100	3,5	6,3	30	610	58	42	2	5	19	16	1,4
	2.	118	6,0	4,0	92	4,0	6,2	30	170	70	30	7	7	11	5	2,3
	3.	108	5,5	4,0	90	3,0	5,7	25	120	64	36	4	6	20	6	1,8
	4.	108	6,0	3,0	90	2,5	5,3	25	90	68	32	3	7	14	8	2,1
	5.	100	5,0	2,5	88	2,0	5,5	20	20	72	28	12	4	4	8	2,6
3	1.	108	6,0	4,5	100	4,0	6,4	35	200	60	40	3	4	11	22	1,5
	2.	108	5,0	4,0	90	3,0	5,3	35	75	45	55	6	4	15	30	0,9
4	1.	115	8,5	3,5	102	4,0	7,4	32	390	93	7	4	1	1	1	13,2
	2.	113	7,0	3,0	95	4,0	7,4	30	280	54	46	6	7	14	19	1,1
	3.	118	6,0	3,0	95	3,0	7,0	35	150	63	37	7	6	7	17	1,7
	4.	100	6,0	3,0	94	2,5	5,7	35	125	65	35	7	4	13	11	1,8
	5.	92	4,5	2,5	92	2,5	4,9	31	200	53	47	13	7	9	18	1,1
M		109	5,8	3,8	97	3,2	6,2	31	195	62	38	7	6	11	14	1,6
$\pm\sigma$		7	2,8	2,4	6	2,1	2,5	14	25	-	-	-	-	-	-	-

IV. Thoraxdrainagen nach Lungenoperationen

1. Drainage nach Lobektomie oder Segmentresektion:

Einzel- und Mittelwerte von 4 Patienten siehe Tabelle 32 !

Tabelle 33: Drainagesekret nach Lobektomie oder Segmentresektion am 1.- 5. postoperativen Tag.

Tag	Na	K	Ca	Cl	PO_4	Prot.	Menge
	mval / l					g %	ml
1.	114	6,4	4,2	101	3,7	7,0	345
2.	112	5,6	3,7	94	3,5	6,2	160
3.	113	5,7	3,5	93	3,0	6,3	135
4.	104	6,0	3,0	92	2,5	5,5	107
5.	96	4,7	2,5	90	2,2	5,1	110

Mit abnehmender Drainagemenge sinkt auch der Verlust an Ionen und Protein, in dem ansonsten ähnlich wie das Serum zusammengesetzten Sekret.

2. Drainage nach Pneumektomie:

Einzel - und Mittelwerte von 10 Patienten siehe Tabelle 35 !

Tabelle 34: Drainagesekret nach Pneumektomie vom 1. - 33.(und bei 1 Pat. am 70.) post-operativen Tag.

T a g	Na	K	Ca	Cl	PO_4	Prot.	Zucker	Menge*
	mval / l					g %	mg %	ml
1.	128	4,4	3,8	100	3,2	5,3		405
2.	132	4,1	3,5	97	3,3	5,3		375
3.	137	3,6	3,2	98	3,2	4,5		290
9.	140	3,5	2,1	100	2,5	5,1		250
18.-23.	128	5,0	2,3	99	3,5	3,9		
26.	130	4,2	4,0	98	2,5	4,5	71	
33.	145	3,7	3,0	102	3,7	4,1	62	
70.	130	3,8	3,0	105	3,0	4,5	79	

* ab 9. postop. Tag gewonnene Menge durch Punktion, in üblichen Mengen für Pleurapunktionen.

Tabelle 35: Drainage nach Pneumektomie (Werte von 10 Patienten).

Fall	Tag	Na	K	Ca	Cl	PO_4	Prot.	R-N	Zuck.	Menge	Alb.	Glob.	α_1	α_2	β	γ	A/G.Qu.
		mval / l					g %	mg%	mg%	ml	R e l. - %						
1	1.	130	4,2	4,0	102	3,0	6,2	40		370							
	2.	130	3,8	4,0	98	3,0	6,2	35		380							
	3.	135	3,5	3,5	102	3,5	4,9	35		180							
2	1.	130	5,0	4,0	100	3,5	5,7	35		450	52	48	4	5	18	21	1,1
	2.	130	4,5	3,2	95	3,0	4,9	30		350	66	34	4	3	7	20	1,9
	3.	140	3,8	3,0	94	3,0	4,9	30		400	61	39	4	4	13	18	1,5
3	1.	125	4,2	3,2	100	3,5	4,9	35		300	39	61	6	6	11	38	0,6
	9.	135	3,5	3,3	100	2,0	5,3	30		200	53	47	7	5	8	27	1,1
4	2.	135	4,0	3,5	100	4,0	- -	30		400	32	68	11	14	20	23	0,4
5	1.	130	4,3	4,0	100	3,0	4,5	40		500	44	56	11	8	15	22	0,8
	9.	145	3,5	3,0	100	3,0	4,5	30		300	41	59	5	11	13	30	0,7
	18.	140	3,5	3,0	98	3,0	3,7	27		200	52	48	4	9	7	28	1,1
6	23.	120	7,5	2,5	100	4,5	4,1	30			50	50	3	7	18	22	1,0
7	23.	125	5,0	1,8	100	3,0	4,1	25			66	34	6	9	6	13	1,9
8	26.	125	4,5	4,5	98	3,0	4,5	30	52		41	59	7	15	18	19	0,7
	33.	145	4,0	3,0	- -	3,5	4,5	30	55		34	66	12	13	17	24	0,5
9	26.	135	4,0	3,5	100	2,0	4,1	27	90		41	59	9	12	16	22	0,7
	33.	145	3,5	3,0	102	4,0	3,3	30	70		57	43	8	9	9	16	1,3
10	70.	130	3,8	3,0	105	3,0	4,5	35	79		48	52	7	11	15	19	0,9
M		132	4,2	3,2	99	3,0	4,9	32	69	335	48	52	7	9	13	23	0,9
$\pm \sigma$		26	2,5	2,2	9	1,7	1,9	5	31	-	-						

D. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Bei Änderung des osmotischen Druckes, der die Verteilung von EZF und IZF bestimmt, kommt es zu Wasserbewegungen im Sinne der Abgabe oder Retention.
Bei Verlust von 500 mosm/ l NaCl (etwa 15 g) sinkt die Ionenkonzentration in der EZF auf 274 mosm/ l. Das osmotische Gleichgewicht wird aber durch Eintritt von 1,2 l EZF (Wasser) in den intrazellulären Raum unter Anstieg der Ionenkonzentration auf 300 mosm/ l erreicht (GAMBLE).
Durch diesen von DARROW und YANNET entdeckten Hilfsmechanismus der Wasserverschiebung wird das Absinken der Ionenkonzentration schnell und ohne Belastung der Nieren ausgeglichen.
Bei fortgesetzten Natriumverlusten entsteht durch sekundäre Wasserverarmung eine hypotone Dehydratation mit Anstieg von Hämatokrit und Serumproteinkonzentration.Durch Absinken des osm.Druckes infolge der Hyponaträmie tritt EZF in den IZ- Raum ein, wodurch eine weitere Verringerung des Blut- und Interstitialvolumens entsteht.Als Gegenregulation kann bei starkem Natriumverlust die Ausscheidung durch die Nieren bis auf weniger als 3 mval/ l gedrosselt werden.
Wenn dem Körper schnell große Chloridmengen entzogen werden, so verschwindet Chlorid am 3. Tag aus dem Urin und es steigt infolge Zunahme von Natriumbikarbonatresorption die Alkalireserve im Blut. Beträgt der Chloridverlust 15 - 20 % des gesamten Körperbestandes, so hört die Magensaftsekretion auf (PONTONI).
Steht der Wasserverlust im Vordergrund, entsteht eine rel. Hyperelektrolytämie und eine hypertone Dehydratation.
Bei Verlust von Flüssigkeit mit gleicher osmot. Konzentration wie das Serum entsteht eine isotone Dehydratation.
(Literatur: RIECKER, MOLL und DAUGHERTY).

Tabelle 36: Kompromiss zwischen Plasmavolumen (Pl.V.) und osmotischem Druck bei Wasser- und Elektrolytverlusten (n. McCANCE).

	Ery.	Plasma prot.	Blut -vol.	Na^+	Alkali -reser.	Harn -st.	p h
	M/cm^3	g %	l	mval/l	Vol-%	mg%	
normal	5,0	7,0	5,0	143	60	30	normal
Pylorus stenose	5,5	7,6	4,5	137	90	50	Alkalose
Diarrhoe	6,0	8,2	4,0	130	15	120	Acidose
Ileus	5,8	7,3	4,2	126	40	80	normal
Schwitzen o.Trinken	8,0	9,0	3,8	165	70	80	normal
Schwitzen m.Trinken	6,5	7,9	4,2	126	59	70	normal

Man erkennt in allen Fällen einen Anstieg der Erythrozyten, der Plasmaproteine und des Blutharnstoffes bei einer Verminderung des Blut- Vol. und des Natriumspiegels.
Durch die Verminderung des Blutvol. mit einer verringerten Glomeruladurchblutung und Anstieg des osmot. Druckes mit Reduzierung des Glomerulafiltrates, als auch durch die erhöhte Viskosität infolge Anstieg der Erythrozyten mit erschwerter Zirkulation, wird eine mehr weniger deutliche Einschränkung der Nierenleistung verursacht, erkenntlich an Olig- oder sogar Anurie.
Auch durch den Natriumverlust allein soll die Nierenleistung beeinträchtigt sein, da manche eine spezifische Stimulierung der Nierenepithelien durch Natriumionen annehmen (McCANCE).

Typische Elektrolytstörungen

Es soll nur auf typische Folgen durch Elektrolytverluste hingewiesen werden. Die Werte entnehme man den Tabellen!

1. Schweißverlust:

Bei starken Belastungen können nach RIECKER 0,7 - 5,9 % des gesamten Natriumbestandes verloeren gehen.Bei einem extremen tägl. Schweißverlust von 10 l (DILL) beträgt der Natriumverlust 500 mval, das sind sogar 16 % !
Da der Schweiß eine leicht hypotone Lösung ist, entsteht eine hypertone Dehydratation mit einer leichten Erhöhung des osmot. Druckes. Dadurch wird Wasser aus dem IZR abgezogen, sodaß nach 2- wöchigem Dursten die IZF 50 % des verlorenen Wassers lieferte (MOLL u. DAUGHERTY).

2. Gastro- intestinale Verluste:

Das Volumen der intestinalen Flüssigkeit ist doppelt so groß wie das Plasmavolumen oder 2/3 der ISF (GAMBLE).
Die Sekrete des Verdauungstraktes enthalten mit etwa 1000 mval Natrium etwa 1/3 des gesamten Bestandes.
Die hauptsächlichsten Anionen sind Chlorid und Bikarbonat.
Die Verdauungssäfte sind dem Serum in Zusammensetzung und osmot. Konzentration sehr ähnlich.

a. Speichelverlust:

Da die Menge des tägl. sezernierten Speichels knapp 20 % der ges. gastro- intest. Sekretion beträgt, ist bei ständigem Verlust durchaus ein ernstzunehmender Wasser- und sogar Elektrolytverlust zu erwarten.

b. Verlust von Magensaft:

Im Magenfundussaft findet sich hohe Chloridkonzentration

und ziemlich niedriger Natriumgehalt, während der Pylorussaft einer neutralen Lösung, mit einer Natriumkonzentration etwa wie im Serum, entspricht.

Verlust durch anhaltendes Erbrechen(Pylorusstenose):

Neben EZF gehen vorwiegend Chloride verloren.Der Natriumverlust beträgt etwa die Hälfte des Chloridverlustes (GAMBLE), wobei das Serumchlorid bis auf 70 - 48 mval/ l gesenkt sein kann (RIECKER).
Kompensatorisch reduziert die Niere die Chloridausscheidung, der Urin wird reich an Natrium und alkalisch. Durch den Verlust des im Elektrolythaushalt dominierenden Natriums durch Urin und Magensaft, kommt es zu einer deutlichen Dehydratation. Der renale Blutstrom wird verringert, das Urinvolumen nimmt ab, Natrium wird retiniert und die Bikarbonatresorption steigt an. Es kommt dadurch zur hypochlorämischen, metabolischen Alkalose (RIECKER, GAMBLE, JAMES et al., MOLL u. DAUGHERTY).
Mit dem Erbrochenen gehen aber auch 70 - 150 mval Kalium pro Tag verloren (KRÜCK), wobei der intrazelluläre Kaliumbestand angegriffen wird, da das gesamte extrazelluläre Kalium nur etwa 1 mval/ l beträgt (RIECKER).
Außerdem werden bei Alkalose Kaliumionen aus dem EZR in den IZR verschoben, wodurch der Serumkaliumspiegel pro 0,1 ph- Anstieg um 0,4 - 1,2 mval/ l sinkt (RIECKER).
Das Kaliumdefizit verstärkt andererseits durch Natrium- und Wasserstoffionnverschiebung die Alkalose.
Der sonst unwesentliche Calciumverlust kann bei Alkalose durch Verminderung des ionisierten Calciums, zusammen mit einer Hyperphosphatämie - infolge renaler Funktionsstörung bei Dehydratation und Chloridverlust - zu schweren tetanischen Zuständen führen (KRÜCK).
Bei Erbrechen bei anacider Gastritis und Carcinom kommt es zu Dehydratation mit Natriummangel.
Bei Erbrechen infolge hohen Dünndarmverschlusses bleibt die Reaktion des Blutes normal, da es zu Verlust von saurem Magensaft und alkalischem Pankreassaft kommt.

Magensaugungen:

Der durchschnittliche Natriumverlust war bei unseren Untersuchungen mit 63 mval/ l niedriger als der Chloridverlust von 99 mval/ l.
LANS et al. fanden im Magensaft nach Magenresektionen einen höheren Natrium- als Chloridverlust.
Der von uns gefundene Kaliumgehalt von 11,8 mval/ l war wohl infolge Hämolyse des beigemengten Blutes etwas hoch, doch liegt er noch innerhalb der in der Literatur für Magensaft angegebenen Normalwerte.
Wir beobachteten einen hohen Proteinverlust von durchschnittlich 1,2 g/100 ml,in einem Falle 6,2 g/100 ml,der durch die Blutbeimengung zu erklären ist.
Umgerechnet auf einen durchschnittlichen tägl. Flüssigkeitsverlust von 260 ml ergibt sich ein Verlust an Natrium von 16,5 mval, an Chlorid von 26 mval, an Protein 3,2 g.
Die Elektrophorese- Untersuchungen zeigten eine geringe Verminderung der Albumine und eine entsprechende Erhöhung der Globuline, vorwiegend der β- Fraktion(auf 24 Rel-%).

c. Verlust von Gallensekret durch Gallen- T- Drainage:

Na, K und Ca fanden sich annähernd in gleicher Konzentration wie im Serum. Der mittlere Chloridwert war mit 45 mval/ l niedrig. Der Proteingehalt war mit Werten von 0,02 - 0,4 g/100 ml ebenfalls niedrig.Im Verlauf der postoperativen Tage fanden wir eine Abnahme des Natrium- und Chloridverlustes.
MOLLOWITZ fand unmittelbar postoperativ eine tägliche Ausscheidung von 200 ccm, die auf 500 - 600 ccm am 8.-9. postoperativen Tag anstieg.Die größte beobachtete Tagesmenge war 4800 ccm (RUNDLE). Aus einer großen Tagesmenge ist keine ungünstige Prognose ableitbar, wenn auch manchmal einer überschießenden Gallenproduktion ein Zusammenbruch der Leberfunktion folgt.
Bei mangelndem Ersatz von Gallensekret kommt es zu Dehydratation und Reduktion des Plasma- Bikarbonates.

d. Verlust von Pankreassaft:

Er enthält Na- Ionen etwa wie das Serum, doch einen 5 - 6 mal höheren Bikarbonatgehalt(TUCHER und BALL). Bei Pankreassaftverlust kommt es durch Wasser-, Natrium- und Chloridverlust zu einer hypertonen Dehydratation. Da der Bikarbonatverlust über den Chloridverlust aber überwiegt, entsteht eine metabolische Acidose (JAMES et al.).

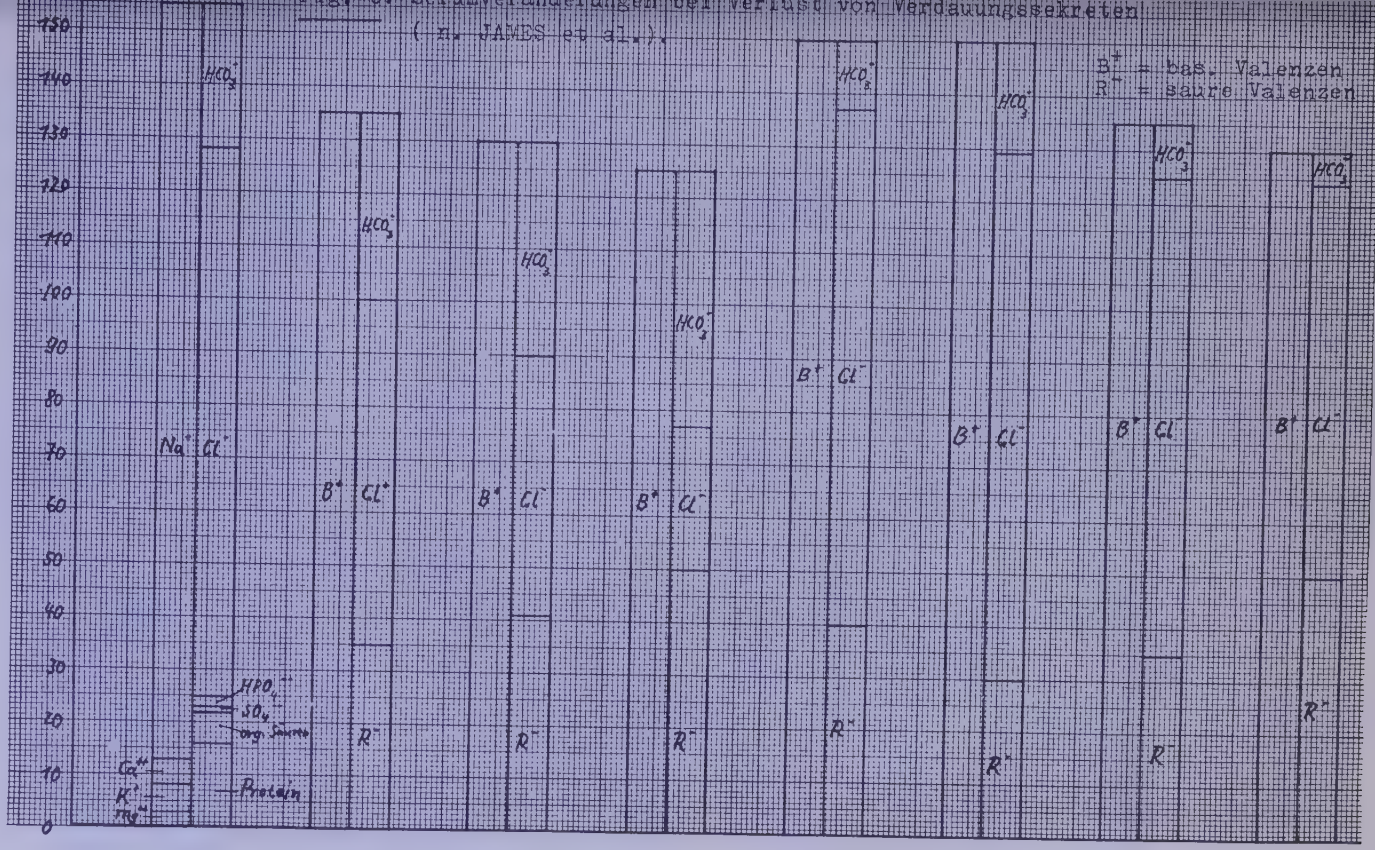
e. Verlust von Darmsaft:

Bei Ileostomien und Caecostomien kommt es mit der Zeit zu einer Abnahme der Elektrolytverluste (RANDALL). Nach NAGANO nimmt vom Dünn- zum Dickdarm hin die Bikarbonatkonzentration zu,die Chloridkonzentration ab. Bei ausgedehnten Darmresektionen sind Elektrolytverluste durch Störung der Resorption dann besonders groß, wenn Teile des Ileum mit der Ileocaecalklappe entfernt sind (KRÜCK).

f. Diarrhoe:

Es kommt zu einem Verlust aller intestinalen Sekrete von 4 - 8 l und bis zu 130 mval/l Natrium (17 - 32 % des gesamten Natriums !), wodurch es zu einer reaschen Dehydratation kommt. Nach BARTLETT et al. beträgt der Chloridverlust 63 - 89 mval/l, der Bikarbonatverlust etwa 30 mval/l. Nach KRÜCK gehen an Kalium 30 - 50 mval/l verloren.
Der Natriumverlust ist etwa 25-30 % höher als der Chloridverlust, da Natriumionen in die Zelle einwandern, um Kaliumionen zu ersetzen, dessen Gesamtverlust bis zu 15 % des gesamten Kaliumbestandes betragen kann.
Alles in allem kommt es zu einer isotonen bis hypertonen Dehydratation mit Hypokaliämie.

Abb. 8: Säure-Basen-Veränderungen bei Verlust von Verdauungssekreten
(n. JAMES et al.).



Serum: normal — bei Pylorusstenose nach 23 h, nach 45 h, nach 66 h. — b. Diarrhoe — Bei Verlust v. Pankreassaft nach 8 Tg, nach 12 Tg, nach 14 Tg.

ph: — Alkalose — Acidose — Acidose

3. Verlust durch Drainagen aus der Bauchhöhle:

Nach unseren Untersuchungen sind keine typischen Elektrolytstörungen zu erwarten. Der Proteinverlust dürfte bei normalen Verhältnissen keine bedrohlichen Ausmasse erreichen.

4. Verluste durch Thoraxdrainagen:

a. Thoraxdrainagen ohne Lungenresektion:

Das pro Tag in einer Menge von 170 ml verloren gehende Sekret zeigt ähnliche Zusammensetzung wie das Serum. Die Elektrophorese zeigte eine starke Vermehrung der β-Globuline, bei einer geringen Abnahme der Albumine.
Die Sekretion versiegt nach 4 - 5 Tagen.

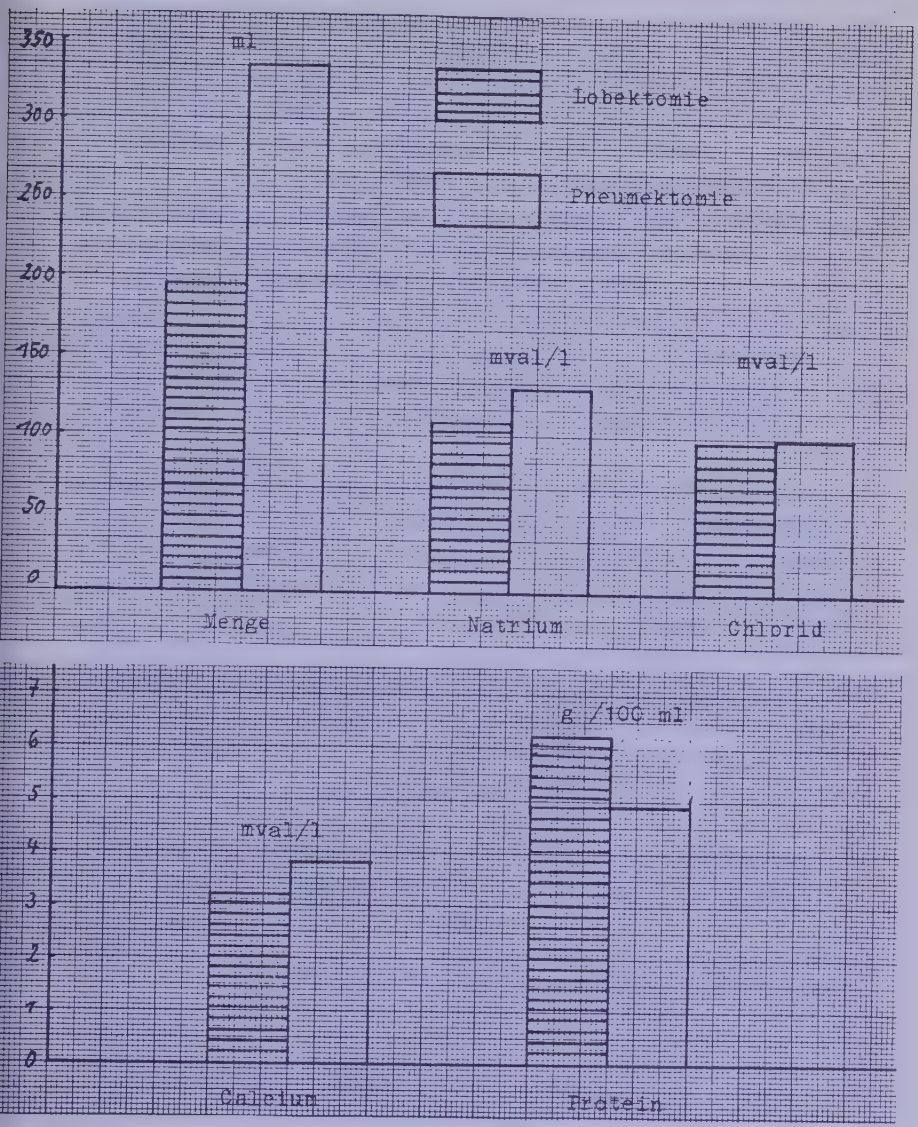
b. Drainage bei Lobektomie oder Segmentresektion:

Das Sekret zeigt ähnliche Zusammensetzung wie das Serum und geht in einer Menge von etwa 200 ml / Tag verloren.
Die Proteinkonzentration ist mit 8,2 - 4,9 g% etwa wie im Serum(12,4 g in 200 ml / Tag!).
Im postoperativen Verlauf fanden wir eine Abnahme der gesamten Verluste,wobei sich aber an der dem Serum ähnlichen Zusammensetzung aber nichts änderte.

c. Drainage bei Pneumektomie:

Gegenüber dem Drainagesekret nach Lobektomie war die Na^+-konzentration höher, die an Kalium etwas niedriger.
Deutlich niedriger fanden wir aber hier die Proteinkonzentration mit 6,2 - 3,3 g% (M = 4,9 g%). In der Elektrophorese waren die Globuline gering vermehrt.
Postoperativ ergab sich hier keine deutliche Abnahme der Elektrolytkonzentration (außer Menge und Zucker).
Bei 335 ml /Tag Sekret beträgt der Proteinverlust 16 g/Tag!

Fig.7 : Verlust an Wasser, Ionen und Protein bei Lob- und Pneumektomie.



Verluste durch Ableitung von Ergüssen (Transsudat,Exsudat):

Die Verteilung von Natrium und Chlorid zwischen Serum und Pleuraergüssen, sowie Serum und Peritonealergüssen entspricht dem DONNAN - Gleichgewicht (BALINT u. BENKÖ). Bei Ascitesbildung wird das Natrium den Körpersäften in so großen Mengen entzogen, daß die Natriumwerte in Serum und Urin, manchmal auch in Speichel und Schweiß vermindert sind(EISENMENGER et al., LAYNE et al.).
Nach GREENE et al. beträgt der Eiweißgehalt in Transsudaten 0,2 - 3 %, in Exsudaten 2,5 - 7 %; bei tuberkulösen Prozessen gelegentlich bis 8,5 % (POLONOVSKI). In frischen Ergüssen findet sich mehr Albumin, in älteren mehr Globulin.Ansonsten sind die Eiweißfraktionen prinzipiell wie im Serum. Zum gleichzeitig entnommenen Blutserum finden sich Unterschiede von höchstens 2,5 Rel-% (SCHAUB u. ALDER).
In Transsudaten ist der Zuckergehalt wie im Blut. In Exsudaten ist er infolge glykolytischer Prozesse vermindert, besonders bei tuberkulösen Exsudaten. Zuckerwerte unter 60 mg % finden sich eigentlich nur in tub. Exsudaten (CALNAN et al.).
Nach HOPPE - SEYLER sind chylöse Ergüsse wie Transsudate oder Exsudate zusammengesetzt, aber mit wechselndem Fettgehalt von 0,7 - 3,5 %, nach LICHTWITZ 0,01-4,3 %.
MUNK und ROSENSTEIN fanden im Chylus (gewonnen durch eine Lymphfistel am Oberschenkel) während einer Verdauungsperiode eine starke Zunahme des Fettes von 0,22 auf 2,63 %, und eine geringere der Kohlehydrate von 0,1 auf 0,21 %, wobei die Lymphmenge innerhalb von 8 Stunden von 106 g auf 170 g anstieg (Durchschnittswerte).
HAMARSTEN fand bei chylösem Ascites bis zu 4,3 % Fett und HASEBROEK bei einem Chyloperikard 1,08 % Fett.

ZUSAMMENFASSUNG.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Verlust an Wasser, Elektrolyten und Eiweiß durch chirurgische Drainagen nach Laparatomie und Thorakotomie untersucht.

Auf den Wasser- und Elektrolythaushalt des Organismus, wurde,unter besonderer Berücksichtigung des Wasserwechsels der serösen Körperhöhlen in Hinblick auf die Ent - stehung von Ergüssen, eingegangen.

Aus der Literatur sammelten wir Angaben über die Zusammensetzung, sowie Angaben über den Verlust von Körperflüs - sigkeiten und Sekreten. Die Angaben aus der Literatur fassten wir getrennt nach Volumen, Ionengehalt usf. in Tabellen zusammen.
Die tabellarisch dargestellten Angaben über die Körperflüssigkeiten, ergänzten wir durch eigene Untersuchungen von Drainageflüssigkeiten nach Laparatomie und Thorakotomie, wobei es uns auch auf Unterschiede je nach Operationsart, z. B. Lobektomie oder Pneumektomie ankam.
Die Drainageflüssigkeit aus Bauch- und Brusthöhle zeigte ähnliche Zusammensetzung wie das Serum, nur nach Pneumektomie fand sich ein geringerer Prozentgehalt an Eiweiß.
Für die Drainagen aus dem Magen- Darmkanal ergaben sich je nach Art des Sekretes ähnliche Werte wie für reine Sekrete.
Bei Magensaugung, Drainage nach Lobektomie und Pneumektomie wurde auch die Höhe der Verluste in zeitlicher Abhängigkeit zum Operationstag untersucht.

Abschließend wurde noch auf Verluste von Körperflüssigkeiten eingegangen, durch welche typische, z. T. schwere Störungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes des Organismus entstehen können.

LITERATURVERZEICHNIS

1. ACHARD, L., J. LEVY u. M. PACU:
C.R. Soc. Biol., 107, 748 (1931).

2. AHLMAN, K,, I.ERÄNKÖ, M.J.KARVONEN, V.LEPPÄNEN:
Mineral Composition Of Thermal Sweat In Healthy Persons.
J.Clin.Endocr., 13, 773, (1953).

3. BRODIE, B.B., E.Y.BARGER, J.AXELROD, M.F.DUNNING, Y.POROSOWSKA und J.M.STEELE:
Proc.Soc.exp.Biol.(N.Y.),77,794,(1951).

4. BARGER, E.Y., M.F.DUNNING, B.B.BRODIE u. J.M.STEELE:
Body Water Compartments in Man.
Federation proc., 8, 10, (1949).

5. BARTELHEIMER et al., zit.in MADDOCK, W.G.:
Ohio St.med.J., 45, 462, (1949).

6. BARONOFSKY, I.D., A.E.TREOLAR u. O.H.WANGENSTEEN:
Surg. stc., 20, 761, (1946).

7. CARDOZO und EDELMAN, I.S.:
J.clin.Invest., 31, 280, (1952).

8. COOKE, R.E. u. L.G. CROWLEY:
New Engl.J.Med., 246, 637, (1952).

9. CRAWFORD und BROOKE:
Lancet, 1, 1096, (1955).

10. CALNAN, W.L., B.J.O.WINFIELD, H.F.CROWLEY u. A.BLOOM:
Brit.med.J., I, 1239, (1951).

11. COOPER et al. :
Amer.J.Med., 18, 613, (1955).

12. DIRR, K., E. KLEMM:
Z. ges.exp.Med., 107, 338, (1940).

13. DOCUMENTA GEIGY: Wissenschaftliche Tabellen., 6.Aufl.
J.R. GEIGY-AG., Basel 1960 und 1962.

14. DOLE, V.P.: J.cli.Invest., 23, 708, (1944).

15. DREVON und C.R. DONIKIAN:
Soc.biol.(Paris), 150,1206,(1956).

16. EDELMAN, I.S., H.B.HALEY, P.R.SCHLOERB, D.B.SHELDON, B.J.FRIIS-HANSEN, G.STOLL u. F.D.MOORE:
Surg.Gynec.Obstet., 95, 1, (1952).

17. EISENMENGER, W.J., S.H.BLONDHEIM, A.M.BONGIOVANNI und H.G.KUNKEL: J.clin.Invest., 29, 1491, (1950).

18. EVERETT, M.R.: Med.Biochem., 2. Aufl., NY,(1946).

19. FELLERS, F.X., H.L.BARNETT, K.HAVE u. H.McNAMARA:
Change in Thiocyanata on Sodium-14 Spaces during growth.
Pediatrics, 3, 622-629, (1949).

20. FISKE, C.H., Y.SUBAROW:
J.Biol.Chem., 66, 375, (1925).

21. FLEXNER, L.B., W.S.WILDE, N.K.PROCTOR, D.B.COWIE, G.J.VASBURGH und L.M.HELLMANN:
Astimation Of Extracellular And Total Body Water In Newborn Human Infant With Sodium And Deuterium Oxide.- J.Ped.,30,413-415, (1947).

22. FREUDENBERG, K.: Grundriss der med.Statistik. Schattauer-Verlag, Stuttgart 1962.

23. FRUNDER, H.: Die Wasserstoffionenkonzentration im Gewebe lebender Tiere. Jena 1951. zit.in NETTER.

24. FUCHS, G.: Elektrophoretische Untersuchungen zur Exsudatbildung in serösen Höhlen. Kl.Wschr., 34, 1231, (1956).

25. GAMBLE, J.L. und S.G.ROSS:
J.Clin.Invest.1924-25, 1, 403.

26. GAUDINO, M., J-L.SCHWARTZ u. M.F.LEVITT:
Inulin Volume of Distribution as Measure of Extracellular Fluid in Dog and Man.- Proc.soc.exp.Biol.and Med., 68, 507-511, (1948).

27. GIBSON, J.G., and W.A. EVANS,Jr.:
Clinical Studies of Blood-Volume. II. Relation of Plasma- and Total

Blood-Volume to Venous Pressure, blood Velocity rate, physical measurements, age and sex in 90 normal human. J.Clin.Invest., 16, 317-328, (1937).

28. GRAM, H.C.: Amer.J.med.Sci., 168, 511, (1924).

29. GREENE, C.H., J.L.BOLLMAN, N.M.NEITH u.E.G.WAKEFIELD: J.Biol.Chem., 91, 203, (1931).

30. GRÜNER, O.: Kl.Wschr., 35, 347, (1957).

31. GRÜNER, O. u. A.SALMEN: Vergleichende Körperwasserbestimmungen mit Hilfe von N-Acetyl-4-aminoantipyrin und Alkohol.-Kl.Wschr., 39, 92-97, (1961).

32. HALLMANN, L.: Klinische Chemie und Mikroskopie. Stuttgart, Thieme 1960.

33. HARDY, J.D.: Fluid Therapy. Lea&Febiger, Philadelphia 1955.

34. HARDY, J.D., P.K.SEN und D.L.DRABKIN: The relation of body-fluid compartments to body fat. Surg.Gyn.Obstet., 93, 103, (1951).

35. HEVESY, G. und E.HOFER: Die Verweilzeit des Wassers im menschlichen Körper, untersucht mit Hilfe von schweren Wasser als Indikator. Kl.Wschr., 13, 1524, (1934).

36. HORRAL, O.H.: Bile, its Toxicity and Relation to Disease. Chikago 1938.

37. JAMES, L., J.L.GAMBLE, A.MONROE u. M.A.McIVER: Acid-Base Composition of Pancreatic Juice and Bile. J.exp.Med., 48, (1928). Body Fluid Changes Due to continued Loss of the External Secretion of the Pancreas.-J.exp.Med., 48, (1928).

38. JEANNERET, P., H.ROSENMUND, A.F.ESSELIER: Helv.med.Acta, 21, 191, (1954).

39. JOACHIM, J.: Tab.biol.period., 2, 528, (1925).

40. JOHNSTON, F.A., Th.J.McMILLAN and E.R.EVANS: J.Nutrit., 42, 285, (1950).

41. KATSCH, G.: Die anorg. Bestandteile d.Magensaftes. Hdb.Inn.Med. 3.Aufl. 3/1,199, (1938).

42. KINGSLEY, S.R.: J.Biol.Chem., 133, 731, (1940).

43. KOSTER, H., A.SHAPIRO und H.LERNER:
Amer.J.Physiol., 115, 23, (1936).

44. KRÜCK, F.: Störungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes bei Erkrankungen des Magen-Darmtraktes und der Leber. D.Internist, 11, 623, (1961).

45. KUHL et al.: Metabolism, 4, 143, (1953).

46. LANS, H.S., I.F.STEIN Jr.,K.A.MEYER:
Electrolyte at abnormalities in pyloric obstruction resulting from peptic ulcer or gastric carcinoma. Ann.Surg., 135, 441-453, (1952).

47. LAYNE, J.H., F.R.SCHEMM und W.W.HURST:
Gastroenterol.,Baltimore,16, 91, (1950).

48. LEVITT, M.F. und GAUDINO:
Amer.J.med., 9, 208, (1950).

49. LISKINT, F.Z.: Ges.Neur.Psych., 120, 148, (1929).

50. LICHTWITZ, L.: Klin.Chem., 631, Berlin 1930, 2.Aufl.

51. LOCKWOOD, J.S., and H.T.RANDALL:
Place of Electrolyte studies in surgical patients.- Bull.NY,Acad.Med., 25, 288, (1949).

52. MACH, R.S.: Schweiz.med.Wschr., 65, 11, (1935).

53. McCANCE, R.A.: Lancet,London 230, 1, 704 (1936).

54, McCANCE, R.A. and E.M.WIDDOWSON:
Proc.roy.Soc., B 138, 115, (1951).

55. MILLER und WIPER: Ann.Surg., 120, 852, (1944).

56. MERTZ, D.P.: Kritische Betrachtungen über das Problem der Körperflüssigkeitsbestimmung beim Menschen. Kl.Wschr., 34, 33/34, (1956).

57. MILLER, B.J., J.H.GIBBON u. F.F.ALLBRITTEN:
J.thorac.Surg., 18, 605, (1949).

58. MOLL, H.G. und G.W.DAUGHERTY:
Stoffwechsel des Wassers und der Elektrolyte.- in THANNHAUSERS Lehrbuch des Stoffw. u. der Stoffwechselkrankhtn. Stuttgart, Thieme-Verl. 1957.

59. MOLLOWITZ, G. : Beobachtungen d.Gallesekretion des Menschen.-Langenb.Arch.,291,359-398,(1959).

60. MÜLLER, F. u. O.SEIFERT:
Taschenb.d.med.-klin.Diagnostik. 68.Aufl.,Bergmann-Verl.,München 1962,.

61. MUKHERJEE und ROWLANDS:
Lancet, 2, 98, (1951).

62. MUNK, I.und A.ROSENSTEIN:
Virch.Arch., 123, 230,484, (1891).

63. NETTER, H. Theoret.Biochemie. Springer-Verl. 1959.

64. NAGANO, J.: Pflügers Arch., 90, 389, (1902).

65. NELSON, W.E.: Mitchell-Nelson Textbook of Pediatrics. 1180, Philadelphia 1950.

66. OSSERMAN, E.F., C.PITTS, W.C. WELMAN u.A.R.BEHNKE:
In Vivo Measurement of Body Fat and Body Water in a Group of Normal Man. J.Appl.Physiol., 2, 633, (1950).

67. OSTER et al.: J.Appl.Physiol., 6, 348, (1953).

68. PACE, N,, L.KLINE, H.K.SCHACHMAN and M.HARFENIST:
Studies on Body Composition. II.Use of radioactive hydrogen for measurement in vivo of total body water. J.Biol.Chem., 168, 459-469, (1947).

69. PAIJKULL, L.: Iber.Fortschr.Tierchem., 22, 558, (1892).

70. PAPPENHEIMER, I.R.: Physiol.Rev., 33, 387, (1953).
Rev.Sci.Instrum., 25, 912, (1954).
zit. in NETTER 1952.

71. PETERS, J.P.: Body Water. The Exchange of Fluids in Man. Springfield 1935.
Water Balance in Health and Disease, in: GAREFIELD,G.H.(Hrgb): Diseases of Metabolism. Philadelphia 1953.

72. POLONOVSKI, M.: Med.Biochem.,5.Aufl.,391,Saulgau 1951.

73. POLONOVSKI, M. und BOURRILLON:
Bull.Soc.Chim.biol.(Paris),34,703,(1952).

74. PONTONI, L.: Arch.Stud,Fisiopat., 1, 339, (1933).

75. POPPER u. SCHAFFNER: Liver; Structure and Function. New York, 1957.

76. RANDALL, H.T.: Surg.Clin.N.Amer., 32, 445, (1952).

77. RAPOPORT, S.M.: Med.Biochem. 1962.

78. REIN, H. und M.SCHNEIDER:
Physiologie des Menschen. 12.Aufl., Springer-Verl. 1956.

79. RIECKER, G.: Einteilung der Störungen des Wasser- und Elektrolytstoffwechsels. Der Int. 11, 601, (1961).

80. SCHADE, H.: Erg.d.Inn.Med., 32, 427, (1927).

81. SCHALES u. SCHALES: J.Biol.Chem., 140, 879, (1941).

82. SCHAUB, F. und A.ALDER:
Schweiz.med.Wschr., 81, 483, (1951).

83. SCHLOERB, P.R., B.J.FRIIS-HANSEN, I.S.EDELMAN, A.K.SOLOMON und F.D.MOORE:
The Measurement of Total Body Water In The Human Subject By Deuterium Oxide Dilution.- J.Clin.Invest.,29, 1296,(1950).

84. SCHMIDTMANN, M.: Biochem.Z., 150, 253 (1924).

85. SCHWARTZ, I.L., E.S.PREED and M.H.MAXWELL:
Comparison of Distribution,renal and extrarenal clearences of Inulin and Mannitol in man.-J.clin.Invest.,29,(1950).

86. SCRIBANTE et al.: Helv.physiolpharmacol.Acta,10,224,(1952).

87. SCRIBNER et al.: J.Amer.med.Ass., 144,1167, (1950).

88. SHOHL, A.T.: Mineral Metabolism, N.Y. 1939.

89. SINGER und HASTINGS: Acid-Base Data for Human Blood; normal Standards and some Physiological Variations. Washington 1950.

90. STUART, A.: Physik der Hochpolymeren. Bd.II,Berlin1953.

91. SUNDERMAN u. BOERNER: Normal Values in Clinical Medicine. Philadelphia 1950. pag.279.

92. TAKAHASHI, R.: Orient.J.Dis.Infants,11, 5, (1932).

93. TUCHER, H.F. und E.G.BALL:
J.Biol.Chem., 139, 71, (1941).

94. TURNER et al.: J.dent.Res., 33, 55, (1954).

95. VASA-LOPEZ, R. und K.THORBECK:
Zbl.Inn.Med., 54, 913, (1933).

96. VOLKMANN, R.: Quoted by VON VOIDT: Handb.d.Physiol., L.HERMANN (Hrgb), 6, Kap.1, 345. Vogel, Leipzig 1881.

97. WALSER, M., D.W.SELDIN und A.GROLLMAN:
Evalulation of Radiosulfat for determination of volume of extracellular fluid of men and dogs.-J.Clin.Invest.,32,299,(1953)

98. WALTERS u.SNELL: Diseases of the Gallbladder and Bile-Ducts. Philadelphia 1940.

99. WASSERMANN, L.R., T.F.YOH and I.A.RASHKOFF:
Blood-Volume Determination: Comparison of T 1824 and 32-P labeled red cell meth. J.Lab.clin.Med., 37, 342-352, (1951).

100. WENZL, M.: Der Einfluß großer chir.Eingriffe auf den inneren Flüssigkeitshaushalt. Langenb.Arch. u.Dtsch.Z.Chir.,266,349,(1950).

101. WEISBERG, H.F.: Water, Electrolyte and Acid-Base Balance; Baltimore 1953.

102. WHITE, M.L., R.W.BUXTON und A.ARBOR:
J.thorac.Surg., 12, 198, (1942).

103. White et al.: J.Clin.Invest., 29, 1445, (1950).

104. WIDDOWSON, E.M., R.A.McCANCE and C.M.SPRAY:
Chemical Composition of Human Body. Clin.Sc., 10, 113-125, (1951).

105. WILKINSON, A.W.: Body Fluids in Surgery. E. & S. Livingston Ltd. 1955.

106. YARBRO, C.L.: J.Urol.(Baltimore), 75, 216, (1956).

107. ZANOLI, R.: Chir.Organ.Mov.. 11, 275, (1927).

Übersichtsarbeiten.

108. ELKINTON, J.R. und T.S. DANOWSKI:

The Body Fluids.
William & Wilkins, Baltimore 1955.

109. FLASCHENTRÄGER, B. und E.LEHNARTZ:

Physiolog.Chemie. 2. Bd. 1a, 1b u. 2a.
Springer-Verl. 1954.

110. GAMBLE, J.L.: Chemic.Anatomy, Physiology and Pathology of extracellular Fluid.
Cambridge, Mass., 1949.

Companionship of Water and Electrolytes in the Organization of Body Fluids.
Lane Medical Lectures.
Stanford, Cal. und London, 1951.

111. HOPPE - SEYLER - THIERFELDER:

Handbuch der physiologischen und pathologisch - chemischen Analyse.
10. Aufl., Bd.V (Untersuchungen der Organe, Körperflüssigkeiten und Ausscheidungen).
Springerverl., 1953 - 1955.

LEBENSLAUF

Am 23. 1. 1937 wurde ich, Peter Hildebrandt, als Sohn des praktischen Arztes Dr. med. Erwin Hildebrandt und seiner Ehefrau Herta, geb. Schindler, in Prag geboren.

Von 1943 bis 1945 besuchte ich die Grundschule in Sulz/ Wienerwald und von 1945 bis 1948 in Flirsch/Arlberg in Tirol.
1948 trat ich in das Realgymnasium der Abtei Schlierbach in Ober - Österreich ein, wo ich im Juni 1955 die Reifeprüfung ablegte.

Meine Immatrikulation als Student der Medizin erfolgte im Wintersemester 1955/56 an der Universität Erlangen. Ablegung der ärztlichen Vorprüfung im Mai 1958 und des ärztlichen Staatsexamens im August 1961.

Als Medizinalassistent war ich an den städtischen Krankenanstalten in Nürnberg am pathologischen Institut, der 1. medizinischen und 1. chirurgischen Klinik sowie am Stadtkrankenhaus in Weiden/Opf. in der gynäkologischen Abteilung tätig.

Mit Wirkung vom 5. Dezember 1963 wurde mir die Bestallung als Arzt erteilt.

Am 1. 3. 1964 begann ich an der Augenklinik der Universität Erlangen - Nürnberg unter Herrn Prof. Dr. med. E. Schreck die Ausbildung zum Facharzt für Augenkrankheiten.

Buchdruck und Fotodruck: Ludwig Müller, Erlangen, Fahrstraße 5